



EESTI MAAÜLIKOOL

Metsandus- ja maaehitusinstituut

Kaur Tootsi

LEIVAKAPI DISAIN JA TEHNOLOOGILISED PROTSESSID
DESIGN AND TECHNOLOGICAL PROCESSING OF A BREAD
STORAGE

Rakenduskõrgharidusõppe lõputöö

Puidutöötlemise tehnoloogia õppekava

Juhendaja: dotsent Regino Kask, *PhD*

Tartu 2019

Eesti Maaülikool		Rakenduskõrgharidusõppe lõputöö	
Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Lühikokkuvõte	
Autor: Kaur Tootsi		Õppekava: Puidutöötlemise tehnoloogia	
Pealkiri: “Leivakapi disain ja tehnoloogilised protsessid”			
Lehekülgi: 103	Jooniseid: 17	Tabeleid: 41	Lisasid: 42
Osakond / Õppetool: Metsakorralduse ja metsatööstuse õppetool			
ETIS-e teadusvaldkodund ja CERC S-I kood: T460			
Juhendaja(d): Regino Kask, <i>PhD</i>			
Kaitsmiskoht ja –aasta: Tartu, 2019			
<p>Töö teema valiku põhjuseks on ülemaailmne rahvastiku kasv ja linnastumine ning selle tagajärjel tekkinud elamispindade ruumipuudus. Probleem on aktuaalne ka Eestis, kus Tallinna elamispindade hinnad on kõrged ning paljud inimesed, sealhulgas ka noored pered, elavad piiratud ruumiga korterites. Ruumipuuduse probleemist lähtudes on töö eesmärgiks disainida ruumisäästev ja praktiline leivakapp ning koostada vajalik teoreetiline pagas ja arvutused selle mööblieseme seeriatootmiseks. Laias plaanis käsitletakse lõputöös kaht liiki materjale. Esiteks on kurssi viidud mööbli ajalooga, disainiteemaliste probleemidega ning ruumi – eriti köögi – kujundusega. Teiseks materjali liigiks on kõik, mis hõlmab leivakapi tehnoloogilisi protsesse: erinev puidutöötlemise alane kirjandus ning joonestamis- ja materjalikulu optimeerimise programmid. Töö tulemus on ruumisäästva leivakapi valmis disainimine ja selle teostamise võimaldamine seeriatootmises. Töö tulemusena on loodud ajatu, praktilist väärtust omav ese, mis võib kasutust leida paljudes kodudes. Kuna eseme seeriatootmine teeb selle mööblieseme kättesaadavaks sihtgrupile, kelleks on väheste ruumiga korterites elavad inimesed, võib öelda, et antud lõputöö on esimene samm eesmärgi teostamiseks.</p>			
Märksõnad: disain, aktuaalsus, kokkuhoid			

Estonian University of Life Sciences		Abstract of Professional Higher Education Thesis	
Kreutzwaldi 1, Tartu 51014			
Author: Kaur Tootsi		Curriculum: Wood Processing Technology	
Title: “Design and technological processing of a bread storage”			
Pages: 103	Figures: 17	Tables: 41	Appendixes: 42
<p>Departement / Chair: Chair of Forest Management Planning and Wood Processing Technologies</p> <p>Field of research and (CERC S) code: T460</p> <p>Supervisors: Regino Kask, <i>PhD</i></p> <p>Place and Date: Tartu, 2019</p>			
<p>The choice of the topic is due to population growth and urbanization and the resulting lack of living space. The problem is also valid in Estonia, where prices for housing in Tallinn are high and many residents, including young families, live in apartments with limited space. Based on the problem of living space shortage, the goal of the thesis is to design a space-saving and practical bread storage and to make the necessary theoretical base and calculations to produce the storage in serial production. In broad terms, two types of theoretical sources were used within the thesis. The first source includes the history of furniture, design-related problems and space – especially kitchen – design. The second type of source includes everything that is related to the technological processes of the bread storage: various literature on wood processing and different programs for making drawings and for optimizing the raw materials. The result of this work is the design of the space-saving bread storage and making it possible for series production. The result is a piece with a timeless, practical value that could be found in many homes in the future. Since serial production of the object makes this piece of furniture available to the target group of people living in limited space apartments, it can be said that this thesis is the first step in achieving the goal.</p>			
Keywords: design, actuality, saving			

SISUKORD

SISSEJUHATUS	7
1. AJALUGU	9
1.1. Tamburukse ajalugu	9
1.2. Tamburukse näited ajaloost	10
1.3. Linnastumise probleem ja William Morris	11
2. DISAIN	13
2.1. Hea ja halb disain	13
2.2. Leivakapi disain	14
3. TOOTMISPROTSESS	18
3.1. Masinad	18
3.2. Tehnoloogilised protsessid	19
3.2.1. Toormaterjali tehnoloogilised protsessid	19
3.2.2. Plaatmaterjalide tehnoloogilised protsessid	26
3.2.3. Detailide tehnoloogilised protsessid	34
3.2.4. Montaaž	38
3.3 Tehnoloogilised arvutused	39
3.4. Materjalikulu arvutused	52
3.4.1. Toormaterjali kulu	52
3.4.2. Liimikulu	55
3.4.3. Furnituuri ja muu materjali kulu	57
KOKKUVÕTE	58

KASUTATUD KIRJANDUS	59
LISAD	61
Lisa 1. Tamburuksega Aadama stiilis kirjutuslaud	62
Lisa 2. George III stiilis tamburuksega mahagonist kirjutuslaud	62
Lisa 3. Tamburuksega Ameerika riiklik kirjutuslaud	63
Lisa 4. Järkamissaag	64
Lisa 5. Rihthöövelpink	65
Lisa 6. Paksushöövelpink	66
Lisa 7. Universaalsaagpink	67
Lisa 8. Universaalfreespink	68
Lisa 9. Kopeerfreespink	69
Lisa 10. Lauafrees	70
Lisa 11. Lailintlihpink	71
Lisa 12. Lihvpink lindi servse paigutusega	72
Lisa 13. Paljuspindiline puurpink	73
Lisa 14. Vertikaalpuurpink	74
Lisa 15. Raampress	75
Lisa 16. Leivakapi eestvaade	76
Lisa 17. Leivakapi vasakultvaade	77
Lisa 18. Leivakapi pealtvaade	78
Lisa 19. Lõige A - A	79
Lisa 20. Lõige B - B	80
Lisa 21. Pealmine plaat	81
Lisa 22. Alumine plaat	82
Lisa 23. Vasak külg	83

Lisa 24. Vasaku külje soon.....	84
Lisa 25. Parem külg	85
Lisa 26. Vahesein paremalt	86
Lisa 27. Vahesein vasakult	87
Lisa 28. Ülemine leiva riiul	88
Lisa 29. Alumine leiva riiul.....	89
Lisa 30. Ülemine riiul	90
Lisa 31. Alumine riiul.....	91
Lisa 32. Tagumine külg	92
Lisa 33. Vasak ülemine riiul.....	93
Lisa 34. Uks.....	94
Lisa 35. Ukse raami alumine liist	95
Lisa 36. Ukse raami ülemine liist	96
Lisa 37. Ukse raami parem liist	97
Lisa 38. Ukse raami vasak liist.....	98
Lisa 39. Ukseliist	99
Lisa 40. Tamburukse liist	100
Lisa 41. Tamburukse liist avaga	101
Lisa 42. Vardaliist	102

SISSEJUHATUS

Lõputöö teema valik võib tunduda väga lihtsana – kapi projekteerimine ei nõua peale vaadates suurt vaimset pingutust – aga samas on iga teema võimalik muuta huvitavaks. Kapi projekteerimise saab muuta huvitavaks tuues lisaks tootmisprotsessidele töösse rohkem tahke, katsetades erinevate disainilahenduste ja kontseptsioonidega.

Aasta tagasi anti mulle õppeaines “Arvjuhtimisega tööpingid” eksami ülesandeks valmistada stend eesmärgiga selle peale kinnitada viidad konverentsi “*Biosystems Engineering*” külastajate jaoks. Pärast mitmeid prototüüpe valmisid Taivo Leesmendi abiga minu enda disainitud vineerist stendid. Minu üllatuseks paigutati stendid Tehnikamaja fuajeesse tagurpidi, st. stendi tagaosas olevate tugiliistude külge kinnitati konverentsile oluline info, samas kui infotahvel jäi vastu seina.

Korraldajale meeldis lisaks puidule kui materjalile veel minu stendi konstruktsioon, mis oli veidi ümara struktuuriga ning kujutas endast horisontaalselt paigutatud kasevineerist liiste. Liiste oli aga ainult näha stendi taga, kuna vineerist plaat jättis need varju. Seepärast keeratigi stend ringi, et konverentsil osalejad stendi ilusamat poolt näeksid. Õppisin, inimesed otsustavad sageli esteetilise välimuse kasuks ning et puitu kui materjali saab kasutada erinevatel viisidel tuues puidu tekstuuri välja erinevaid kujusid kasutades.

Põhjus, miks ma valisin just sellise lõputöö teema, on seotud küsimusega, mis on aktuaalne üle kogu ilma. Probleem, mis on kõigil ühine, on ruumipuudus. Enamjaolt linnastumise tagajärjel tekkinud probleem väljendub eelkõige elamispindade kallinemises ning elamisega väikestes ruumides. Eestis on seda tendentsi märgata Tallinna, aga ka teiste suuremate linnade kinnisvaraturul, kus taskukohasemad korterid on enamuses ühetoalised kööktoad või halvemal juhul pakutakse korteri osaomandi lepingut. Tähendab, et on tugev nõudlus mööbli järele, mis on odav, funktsionaalne ning, mis kõige tähtsam, ruumisäästev. Minu eesmärk on rahuldada äsja loetletud tingimused mööblile ning selle põhjal disainida ja projekteerida köögikapp leiva, kohvi ja muude kuivainete hoidmiseks; kapi alumisse sektsiooni saab aga asetada lõikelaua.

Töös kasutatud meetodid hõlmavad viimist kurssi disainiprobleemidega, lugedes mitmeid raamatuid mööbli ja tarbeesemete ajaloost ja disainist. Samuti oli vaja läbi töötada tekste, mis käsitlesid elamispindade, eriti köögi, ruumikujundust. Tootmisprotsessi kujundamise meetodiks oli erinevate puidutöötlemist käsitlevate raamatute kasutamine disainitud leivakapi realiseerimiseks. Samuti kasutati erinevaid programme jooniste ja tabelite tegemiseks ning optimaalse väljatuleku arvestamiseks toormaterjalist valmisproduktini.

Lõputöö tulemuseks on toote valmimine teoreetilisel kujul. Seda lõputööd võib nimetada esimeseks sammuks toote sihtgrupini jõudmisel. Ajaloopeatükis on suur rõhuasetus tamburuksel (*tambour door*), mis on leivakapi peamiseks esteetiliseks elemendiks, mistõttu tutvustatakse seda pikemalt ja tuuakse ka näiteid ajaloost. Disaini peatüki alla on koondatud erinevad hea disaini põhimõtted, võttes malli modernismist ja Skandinaaviast, ühendades vana uuega. Leivakapp saadi valmis jooniste, tabelite ning arvutuste kujul.

1. AJALUGU

1.1. Tamburukse ajalugu

Lõputööks oleva leivakapi suurimaks välimusomaduseks on liistuks ehk tamburuks. Selle mehhanismi toomine lõputöösse oli eesmärk omaette, kuna ruloo moodustavad liistud annavad oma kuju ning tekstuuriga leivakapile esteetilise ning iseloomuliku välimuse. Järgnevalt on välja toodud selle ukseliigi ajalugu, olulised märksõnad ning näited. Tasub märkida, et uuema aja kunstis on tamburuks vähe kasutust leidnud, mistõttu on asjakohane rõhutada, millist positsiooni omas see uksestiil eelnevatel sajanditel. [1: 69]

Esmakordselt võeti tamburuks kasutusele 18. sajandi Prantsusmaal, kui tisler Jean-Francois Oeben tamburi põhimõtte leiutas. Liistuks ehk tamburuks koosneb paljudest puidust liistudest, mis on lõuendiriidele üksteise kõrvale kinnitatud sellisel viisil, et moodustub uks või kate. Uks jookseb mööda kahte soont, mis paiknevad mööblieseme seinte sees. Tambur ei olnud osa köögimööblist, vaid seda kasutati kirjutuslaudades töötasapinna kattena. Selliseid kirjutuslaudu tunti *secrétaire à cylindre* nime all ning need olid koostatud kasutades tolle aja mõistes väga kõrgeid tehnoloogilisi lahendusi. Ühtlasi oli Prantsusmaa 18. sajandil teadusele ja uuenduslikele tehnoloogiatele avatud ning valitses üldine heakskiit uudsusele. [1: 69]

Tamburi kuulsuse põhjus oli Euroopa inimeste ja sellega kaasnevalt kodude ilme muutumine. Seoses kirjaoskuse ja lugemisoskuse populariseerimisega hakkas alates aastatest 1650-1750 vajadus kirjutuslaudade ning muu büroomööbli järele kasvama ning jätkas populariseerimist, jõudes järk-järgult lähemale keskklassile, kus hakati kasutama õukonnamööbli vähem kapriisemaid, kuid sama ehituslikku põhimõtet järgivaid koopiaid. [1: 69]

1.2. Tamburukse näited ajaloost

Järgnevalt on toodud näited kuulsamate ning värvikamate tamburuksega mööbliesemetest. Kõige kuulsamaks näiteks, mis ühtlasi liistukse kuulsaks tegi, on Prantsusmaa kuninga Louis XV kirjutuslaud *Bureau du Roi*, mis valmis aastal 1769 ning mille tegemiseks läks aega 9 aastat. Selle teadaolevalt vanima tamburuksega kirjutuslaua välimuses domineerib kullatud pronks, mida on kaunistatud marmorpaneelidega. Tamburuks ise on kaunistatud kolme märgiga, mis sümboliseerivad õppimist ja kunsti ning on ümbritsetud lüürika ja dramaatilise luulega. Vajutades nupule avaneb uks, mis toob nähtavale töölaua koos nurkadesse paigutatud sahtlitega. Tegemist on maailma kuulsaima lauaga ning seda eksponeeritakse Versailles' lossis. *Bureau du Roi* on toodud joonisel 1.1. [1: 184]



Joonis 1.1. Tamburuksega kirjutuslaud *Bureau du Roi*. [1: 184]

Veel on toodud näideteks inglise Aadama stiilis kirjutuslaud aastast 1770 (Lisa 1), inglise George III stiilis mahagonist kirjutuslaud koos raamaturiuliga 18. sajandi lõpust (Lisa 2), inglise George III stiilis mahagonist kirjutuslaud 18. sajandi lõpust (Joonis 1.2.) ning Ameerika riiklik kirjutuslaud aastast 1805 (Lisa 3). [1: 184, 200, 274]



Joonis 1.2. George III stiilis tamburuksega mahagonist kirjutuslaud 18. sajandi lõpust. [1: 200]

1.3. Linnastumise probleem ja William Morris

Paralleeli lõputöös esitatud ruumipuuduseprobleemiga võib tõmmata 19. sajandi Inglismaaga, kus industrialiseerimise tulemisel toimunud linnastumise tagajärjel tekkis elusasemepuudus. Seepärast kannatas ka mööbli kvaliteet, kuna mööbliesemeid oli nüüd vaja toota rohkem ja odavamalt. Arhitekt William Morris vastandas end sellele ühiskondlikule tendentsile ning seadis enda eesmärgiks kvaliteetse mööbli kättesaamise ka massidele. Kuigi tema eesmärk – käsitsi, st. tollel ajal parima kvaliteediga tehtud kunsti kättesaadavus igaühele – oli siiras, jäi Morrise idüll kaugele reaalsusest. [2: 160,161]

Oma kunstidoktriini sõnastas William Morris 35 loengus, mida ta 1877-1894 pidas Inglismaa mitmes paigas. Tema seisukohad olid kokkuvõtvalt järgmised: 1) kunsti olemus on sotsiaalne, 2) kunst peab olema kättesaadav kõigile, mitte üksnes ühiskonna varakale eliidile, 3) kunstnik peab mõtlema kõigile ühiskonna liikmetele ja tema objektiks peab olema kogu keskkonna kujundamine (muuhulgas tööliselamus jms), 4) kunst peab olema “tõene” ja ainult käsitsi tehtav kunst saab seda olla. [2: 160,161]

Näeme, et ühiskondlikelt vaadetelt oli Morris tõeline sotsialist-utopist, kunstnikuna aga pidas vajalikuks protesteerida historitsistlikus-industrialiseerivas maailmas toimuva “eheda loomingulisuse” allakäigu vastu. Masin kehastas talle kuradit, seisukoht, mida ta hilisemates loengutes pisut mahendas. Morris koondas enda ümber mõttekaaslaste ringi, mille nime järgi - *Arts and Crafts Society* - sai liikumine nimeks *Arts and Crafts Movement*. Liikumise fundamentaalseks tõeks oli veendumus, et “kogu kunsti juured ja baas peituvad käsitöös”. [2: 160,161]

Arts and Crafts’i paradoksiks kujunes Morrise ideede praktikasse rakendamatus: propageerides käsitööd ja kvaliteeti ning ka teostades nende nõuete järgi kavandatud asju, peeti kinni küll oma kunstnikukreedost, kuid odavusest ja igäüheni jõudmisest ei saanud juttugi olla: nii Morrise firma kui ka gildid olid elitaarsed ja jäid selleks, nende toodang oli kallis ning kindlasti mitte kõigile taskukohane. [2: 160, 161]

Kuigi osalt on William Morrise põhimõtted teostamatud, nõustun ma temaga nii mõneski punktis: kunst, mille all pean hetkel silmas ruumisäästvat ja praktilist mööblit, peab olema kättesaadav kõigile inimestele ning et selle idee elluviimine on paljuski mõjutatav kunstniku ehk siinkohal mööbli disaineri poolt. Tuleb valida sellised materjalid, töövõtted ja disain, et mööbli valmistamine oleks optimaalsete kuludega ning müügihind kokkuvõttes ostjale taskukohane. Siiski ei pea ma vajalikuks üksnes käsitöö kasutamist, vaid sead vajalikuks seeriatootmise põhimõtteid.

Inglismaa industrialiseerimisele vastandunud *Arts and Crafts Movement* on näide ajaloost, kus disain viidi kokku ühiskonna vajadustega. Kuigi eesmärki ei täidetud ja rahvas Morrise ideede ja tegevuse vilju kasutusse ei saanud võtta, on seda siiski hea tuua näiteks, kuna eesmärgi saab täita tootes mööblit seerias, millega võimaldatakse toote kättesaadavus sihtgruppidele.

2. DISAIN

2.1. Hea ja halb disain

Disain tegeleb küsimustega, kuidas tooted töötavad, mil moel tooteid kontrollitakse ja milline on inimese ja toote vaheline interaktsioon. Kui disain on hea, on tulemused suurepäraseks. Kui disain on halb ja toode on kasutuskõlbmatu, tekitab see inimeses pettumust ja ärritust. Halvalt disainitud tooted võivad olla kasutatavad, aga need sunnivad inimest käituma toote järgi, mitte toodet inimese järgi. [3: 5]

Mõistmaks toodet, on sellel vaja inimest kõnetada. Inimese kõnetamiseks on aga vaja ühendada tehnoloogia ja psühholoogia, kuna head disainerid peavad mõistma mõlemat: tehnoloogiat, kuna eseme valmistamiseks peab disain olema realiseeritav ning psühholoogiat, kuna kõik inimesed teevad vigu ning sellega peab arvestama. [3: 3, 5]

Disain on edukas ainult siis, kui ka toode on edukas, ehk siis, kui inimesed seda ostavad ja kasutavad. Kui inimesed toodet ei osta, on disain läbikukkunud, olenemata sellest, kui suur on disainiga töötav tiim. Disainerid peavad tegema asju, mis vastavad inimeste vajadustele, on hästi mõistetavad ja kasutatavad, pakuvad emotsionaalset rahulolu ja rõõmu. Teisisõnu tuleb disainile mõelda kui kogemusele. [3: 292]

Edukad tooted vajavad rohkemat kui hea disain. Neid peab olema võimalik toota kindlalt, tõhusalt ja õigeaegselt. Halb disain teeb eseme tootmise niivõrd raskeks, et seda ei ole võimalik piisava aja sees toota. Samuti on disain halb siis, kui toodet üldse toota ei ole võimalik. Disaini üks eesmärkidest on teha ese toodetavaks tööstuste poolt. [3: 293] See eesmärk täidetakse tootmisprotsesside peatükis, kus kirjeldatakse lähemalt tehnoloogilisi protsesse ning materjale ja seadmeid.

Leivakapp peab inimest kõnetama. See tähendab, et selle funktsioonid peavad olema loogilised ning toote kasutamine ei tohi olla frustreriv. Selleks on leivakapil erinevad sektsioonid, mis erinevad üksteisest ehituse, kuju ning kasutatavate materjalide poolest.

2.2. Leivakapi disain

Leivakapp on disainitud kuue modernismi põhimõtte järgi, mida järgivad ka paljud põhjamaade mööbli- ja tarbeesemedisainerid. Nendeks põhimõteteks on vorm, materjal, värv, tekstuur, vastupidavus ja hind. Kogu modernistliku disaini eesmärk on leida tasakaal nende põhimõtete vahel ning kui see on leitud, saab disaini nimetada demokraatlikuks, kuna kõikide „vajadustega“ on arvestatud. Skandinaavia disain on siinkohal eraldi välja toodud, kuna antud disainikoolkonna eesmärk on luua disainitud esemetega kodune, soe tunne. *Hygge* termin, mis tuleb taani keelest, tähendab abstraktselt kõike seda, mis tekitab rõõmsa, hubase ning õnneliku meeleolu. [4: 14] *Hygge* käib nii esemete, inimeste kui ka ruumi kohta [4: 14] ning *hygge* tunde tekitamine on ka leivakapi eesmärk. Leivakapp on toodud joonisel 2.1.



Joonis 2.1. Leivakapp.

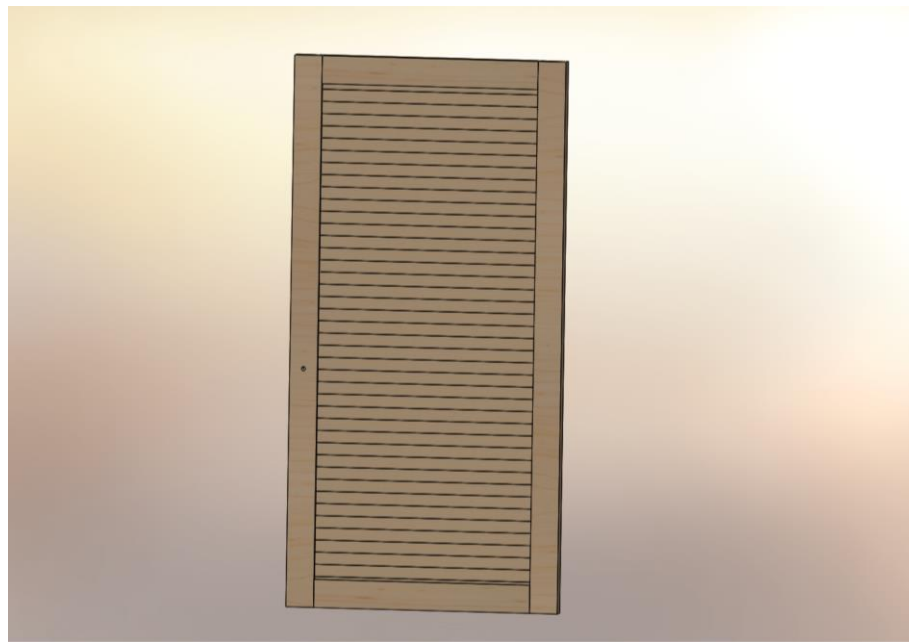
Tamburukse ajaloo peatükist saab teada, et eelnevatel sajanditel oli mööbli üheks tähtsamaks rolliks staatuse näitamine, mille pärast kasutati mööbli valmistamisel kallist, eksootilist puitu, keerukaid vorme ning maale ja kaunistusi [1]. Kuigi mööbli ilu ja esteetilisus on Skandinaavia disainis kõrgel positsioonil, on need ainult üks osa eesmärkidest [4]. Kohatu on leivakapp liialt kapriisiks disainida, kuna vastasel juhul ei arvestata ülejäänud modernistliku disaini põhimõtetega.

Leivakapp disainiti võimalikult väikeseks säästmaks köökide juba niigi kitsast pinda, ent siiski piisavalt mahukaks kuivainete kappi mahutamiseks. Selleks murti mõnda köögi kujundamise kirjutamata seadust. Näiteks on köögi sisseseade kõrguse standard 900 mm [5: 30], leivakapp on aga kolmandiku võrra madalam. Seda seadust rikuti: inimesed on ise ebastandardsed ning kööki on soovitatav isikupärastada [5: 30].

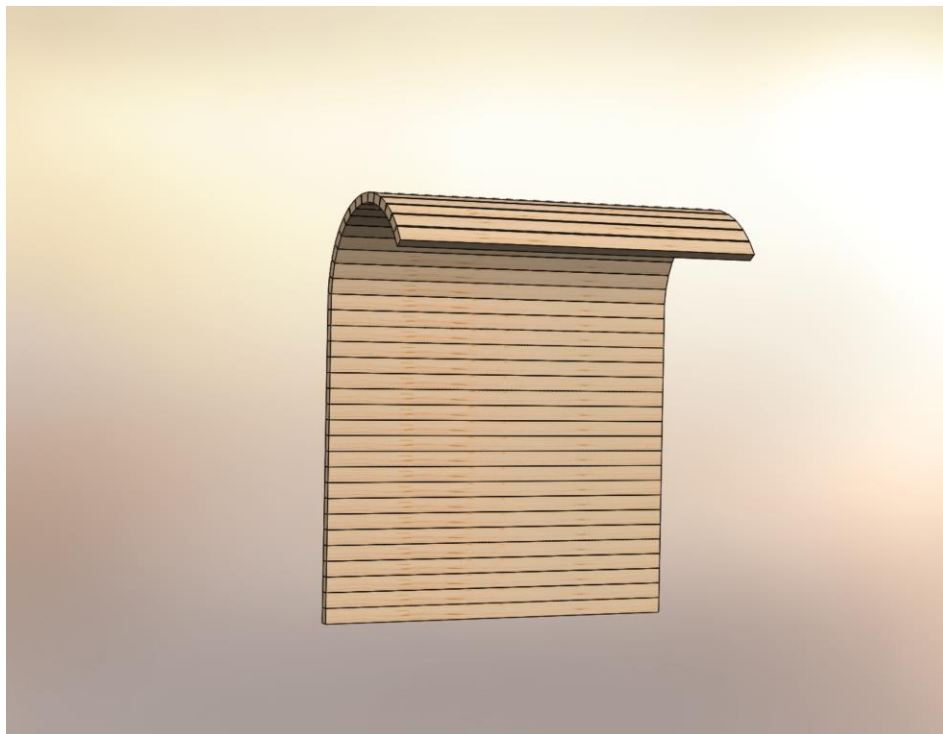


Joonis 2.2. Leivakapp avatuna.

Jooniselt 2.2. on näha, et kapp ei ole projekteeritud sügavaks. Seda on tehtud põhjusel, et sügavatesse panipaikadesse kipuvad toiduained kuhjuma ning seda ei saa lubada piiratud elamispindadel. Seega on leivakapp kohane projekteerida väiksema sügavusega. Lõikelauale on eraldatud leivakapi alumine sektsioon, mis tekib parema ja vasaku külje ulatumisest kapi põhjast allapoole. Külgedele kinnitatud liistud hoiavad kinni metallvardaid, mille peale saab asetada lõikelaua ilma, et see puiduga kokku puutuks. Nii säilib leivakapp kauem, kuna kapp ei puutu kokku lõikelauaga ja sealt tuleva niiskusega. Joonistel 2.3. ja 2.4. on näidatud leivakapi uks ning tamburuks.



Joonis 2.3. Leivakapi uks.



Joonis 2.4. Leivakapi tamburuks.

Leivakapi disainile on lõputöös rõhutatud eesmärgiga muuta kapp võimalikult praktiliseks. Väikesed elamispinnad peavad olema optimaalselt läbi mõeldud, mis tähendab, et ka mööbel peab olema kooskõlas pinna võimalustega ning disainitud ruumi säästma, samal ajal jäädes mugavaks kasutada ning inimest teenima.

3. TOOTMISPROTSESS

3.1. Masinad

Tootmisprotsesside teostamiseks kasutatakse universaalseid puidutöökoja masinad. Tabelis 3.1. loetletakse erinevad tootmise operatsioonid ning nende teostamiseks kasutatavad masinad ja tööriistad. Masinate joonised ning andmed on toodud lisades 4...15.

Tabel 3.1. Tootmise operatsioonid, seadmed ja masinad

Masin	Operatsioon	Masina firma ja mudel	Tööriist
Järkamissaag	Järkamine	SCM GROUP formula sr 650	Saeketas 400×3,5 mm
Rihthöövel	Rihthööveldamine, baaspinna loomine	SCM GROUP minimax fs 41 es	Noavõll 95 mm
Paksushöövelpink	Hööveldamine paksusesse	SCM GROUP L'invincibile s 7	Noavõll 120 mm
Universaalsaag	Saagimine (ristikiudu ja pikikiudu)	SCM GROUP L'invincibile SI 5	Saeketas 250×3,2
Lailintlihvmasin	Paksuse mõõtu lihvimine	SCM GROUP dmc sd 90	Lihvlint 1370 × 2620 mm
Lihvintmasin lindi servse paigutusega	Pikkuse ja laiuse mõõtu lihvimine	SCM GROUP formula u 150	Lihvint 2170 × 150 mm
Universaalfreespink	Läbiva soone ja tapikeele freesimine	SCM GROUP L'invincibile ti 7	Reguleeritav soonefrees 140 mm; freespea piirajatega 100 mm
Kopeerfreespink	Mitteläbiva soone freesimine	SCM GROUP formula router 900	Otsfrees 20 mm ; otsfrees 8 mm

Masin	Operatsioon	Masina firma ja mudel	Tööriist
Lauafrees	Kantide pehmendamine	Festool TF 2200-Set	Laagriga servapehmendus otsfrees 0.4 mm
Vertikaalpuurpink	Mittestandardse tsentrivahega avade puurimine	MAXION UNIMAX 3 TAP	Puidupuur 4.5 mm; 4-osaline korgipuuri komplekt
Paljuspindiline puurpink	Tüübliavade puurimine	SCM GROUP startech 27	Tüüblipuur (6 mm LH / RH, 8 mm LH / RH)
Raampress	Liimkilpide koostamine	STROMAB SPECIAL	Hüdraulilised silindrid

3.2. Tehnoloogilised protsessid

Töös kirjeldatud tehnoloogilised protsessid jagatakse neljaks: toormaterjali, plaatmaterjali ja detailide tehnoloogilised protsessid ning montaaž. Järgnevates alapeatükkides seletatakse neid nelja protsessi alates toormaterjali impordist kuni leivakapi valmimiseni. Kõik detailid ei läbi nelja protsessigruppi, vaid töödeldakse vastavalt materjalile ja töötlemise vajadusele. Töötlemise erinevates staadiumites olevaid detaile nimetatakse erinevalt. Järgatud toormaterjali nimetatakse toortükiks, liimkilpi mustaks toorikuks ning detaili toorikut nimetatakse puhtaks toorikuks. Tehnoloogiliste protsesside paremaks kirjeldamiseks on teksti toodud jooniseid ning näiteid tehnoloogilistest kaartidest.

3.2.1. Toormaterjali tehnoloogilised protsessid

Toormaterjali töötlemine on esmane tooriku töötlemise protsess. See staadium algab toormaterjali sisse ostmisest ning lõpeb mustade toorikute valmisega, mida järgnevalt töötleva hakatakse. Antud töös on toormaterjaliks servatud kask mõõtudega 4200 × 200 × 50,

3900 × 200 × 22. Saematerjali töötlemise lõpp-produktiks liimpuitkilbid ja liistutoorikud. Plaatmaterjalide tehnoloogilised protsessid hõlmavad liimpuidukilpide ning vineeri, mis on mõõtudega 2150 × 3850 × 4 mm, juurdelõikamist detailitoorikuteks ning detailide tehnoloogilisteks protsessideks on detailide lõplik töötlemine puhtasse mõõtu, soovitud kuju andmine ning vastavate seotiste töötlemine.

Liimkilpide tootmisprotsessi staadiumid

Liimkilpide tootmises kasutatakse servatud kase saematerjali mõõtudega 4200 × 200 × 50 mm. Saematerjali laius on 200 mm, kuna ühest servatud lauast saab pikuti lõigata 8 lamelli laiusega 20 mm. Saematerjali pikkuseks valiti 4,2 m, kuna lamelle saab antud pikkusest kolm. Saematerjal lõigatakse lahti esmalt risti ja siis pikuti [6: 66].

Järkamine

Esmaseks töötlemiseks saab sellele materjalile järkamine ehk pikkusesse lõikamine. Pikkusesse lõikamise varu on vaja 40 mm, ehk mõlemale poolele 20 mm [6: 66]. Korduva pikkusega toortükile ei arvestata mitmekordset pikkuse varu. Toortüki pikkuse varu on vajalik kõikideks järgnevateks protsessideks: lamellide kokku liimimine, paksuse hõõveldamine (paksusmasina läbiva kilbi viimane ots jääb sageli väiksema paksusega), korkimine/pahteldamine, toorikuks saagimine, pikkuse mõõtu lihvimine.

Saematerjali järkamise pikkused on toodud tabelis 3.2. ning järkamise näide joonisel 3.1.

Tabel 3.2. Saematerjali järkamise mõõdud

Järkamine toorikule:	Liimkilbi puhas mõõt:	Pikkuse varu:	Toortüki mõõdud:
Liimkilp I	1323 mm	40 mm	1363 mm
Liimkilp II	1313 mm	40 mm	1353 mm
Liimkilp III	1253 mm	40 mm	1293 mm
Liimkilp IV	1213 mm	40 mm	1253 mm
Liimkilp V	1234 mm	40 mm	1274 mm
Liimkilp VI	1234 mm	40 mm	1274 mm

Järkamine toorikule:	Liimkilbi puhas mõõt:	Pikkuse varu:	Toortüki mõõdud:
Liimkilp VII	1309 mm	40 mm	1349 mm
Liimkilp VIII	1201 mm	40 mm	1241 mm

4200 mm			
196 mm	Toortükk I	Toortükk I	Toortükk I

Joonis 3.1. Saematerjali järkamine liimkilp I toorikute jaoks.

Toortükkide hõõveldamine

Seejärel hõõveldatakse järgatud saematerjali väliskülg rihthõõvelpingis tasaseks, millest saab toortüki baaspind 1. Baaspinnaga 1 rihitakse 90° alla üks külgpindadest ning saadud pinnast saab baaspind 2. Seejärel hõõveldatakse toortükk paksusmasinas õigesse mõõtu. Nende operatsioonide tegemiseks on ette nähtud varu toodud tabelis 3.3.

Tabel 3.3. Rihthõõveldamise ja paksushõõveldamise varud [6: 66]

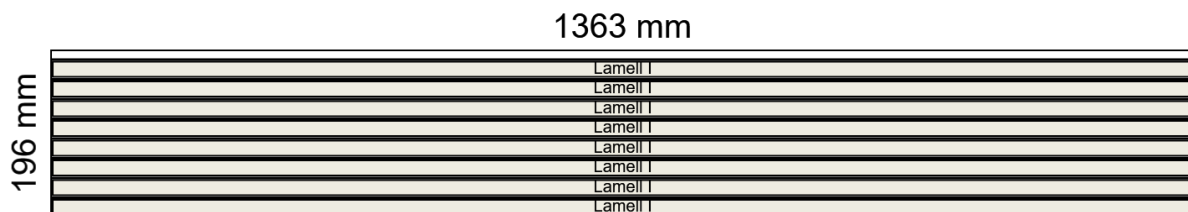
Operatsioon:	Varu:
Rihthõõveldamine (1. baaspind)	4 mm
Rihthõõveldamine (1. baaspind)	4 mm
Paksuse hõõveldamine	2,4 mm

Peale ülaltoodud operatsioonide sooritamist on toortükk laiuses 196 mm, paksuses 43,6 ning pikkuses vastavalt toortükile 1241...1363 mm.

Lamellideks lahkamine

Järgnevalt toortükid lahatakse ehk saetakse lamellideks. Lamelle saab servatud 196 mm laiusest saematerjalist 8 ning kolmekordne pikkus tähendab, et lamelle tuleb ühest lauast $8 \times 3 = 24$ tükki. Antud suurus kehtib kõikidele toortükkidele. Kuna lamellid ei jää kilbiks liimides üksteisega täpselt tasapinnaliselt, on vaja liimkilp veelkord hõõveldada rihthõõvliga ning paksusmasinaga. Selleks on määratud paksusele varu $1,2 + 1,2$ mm ning peale hõõveldamist jäetakse veel

lihvimisvaru mõlemale küljele 0,3 mm [6: 66]. Seega on üks lamell laiussega 20 mm, paksusega 43,6 mm ning pikkusega vastavalt toortükile 1241...1363 mm. Joonis 3.2. on toodud näitena, kuidas materjal toortükist lamellideks lahatakse.



Joonis 3.2. Liimkilp I lamellide lahkamine toortükist.

Liimkilpide koostamine

Lamellidest liimitakse kilbid, mis saavad mustadeks toorikuteks leivakapi detailidele. Peale liimi kuivamist liimkilpide toorikud rihthööveldatakse, hööveldatakse paksusesse, korgitakse/pahteldatakse, lihvitakse tooriku mõõtu ning saetakse pikkusesse ja laiusesse. Liimkilpe on 8 erinevat mõõtu ning liigitatud Rooma numbritega. Liimkilpide mõõdud, kogus ning nende kuluv lamellide arv on toodud tabelis 3.4.

Tabel 3.4. Liimkilpide mõõdud ja kogus

Liimkilbi tähis	Liimkilbi mõõdud [mm]	1 kilbiks kuluv lamellide arv [tk]	Liimkilpide arv seerias [tk]	Lamellide arv kokku [tk]
I	1323 × 418 × 17	10	50	500
II	1313 × 418 × 17	10	25	250
III	1253 × 418 × 17	10	25	250
IV	1213 × 410 × 17	10	25	250
V	1234 × 469 × 17	11	25	275
VI	1234 × 378 × 17	9	25	225
VII	1309 × 362 × 17	9	4	36

Liimkilbi tähis	Liimkilbi mõõdud [mm]	1 kilbiks kuluv lamellide arv [tk]	Liimkilpide arv seerias [tk]	Lamellide arv kokku [tk]
VIII	1201 × 362 × 17	9	10	90

Tabelis 3.5. on näidatud, kuidas Liimkilp I tehnoloogilisel kaardil erinevad operatsioonid paigutuvad ning milliste masinate, tööriistade ja rakistega neid operatsioone teostatakse.

Tabel 3.5. Liimkilp I tehnoloogiline kaart

Nr	Operatsiooni nimetus	Töökoht, sisseseade	Instrument		Rakis
			Nimetus	Mõõt, mm	Nimetus
1	Järkamine	Järkamissaag SCM formula sr 650	Saeketas	400×3,5	Juhtlatt
2	1. baaspinna hõõveldamine	Rihthöövel SCM minimax fs 41 es	Noavõll	95	Juhtlatt
3	2. baaspinna hõõveldamine	Rihthöövel SCM minimax fs 41 es	Noavõll	95	Juhtlatt
4	Paksuse mõõtu hõõveldamine	Paksushõõvelpink SCM L'invincible s 7	Noavõll	120	Eendurmehhanism
5	Pikikiudu juurdelõikamine	Universaalsaagpink SCM L'Invincible SI 5	Saeketas	250×3,2	Juhtlatt
6	Liimimine, koostamine, pressimine	Raampress STROMAB SPECIAL	Hüdraulilised silindrid	2500 kg	Pressiplaadid
7	Tehnoloogiline ooteaeg	Vaheladu		24 h	
8	Liimkilbitooriku 1. baaspinna hõõveldamine	Rihthöövel SCM minimax fs 41 es	Noavõll	95	Juhtlatt
9	Liimkilbitooriku 2. baaspinna hõõveldamine	Rihthöövel SCM minimax fs 41 es	Noavõll	95	Juhtlatt

Nr	Operatsiooni nimetus	Töökoht, sisseseade	Instrument		Rakis
			Nimetus	Mõõt, mm	Nimetus
10	Kilbitooriku paksuse mõõtu hõõveldamine	Paksushõõvelpink SCM L'invincibile s 7	Noavõll	120	Eednemehhanism
11	Kilbitooriku korkimine ja pahteldamine	Vertikaalpuurpink MAXION UNIMAX 3 TAP	Korgipuuride komplekt	25;30	Juhtlatt
12	Kilbitooriku mõõtu lihvimine	Lailintlihpink SCM dmc sd 90	Lihvlint	1370 × 2620	Pneumomembraaniga surveklots
13	Kilbitooriku mõõtu saagimine	Universaalsaagpink SCM L'Invincible SI 5	Saaketas	250×3,2	Juhtlatt + piiraja

Liistutoorikute tootmisprotsess

Liistude tootmiseks kasutatakse toormaterjalina servamata kaselauda mõõtudega 3900×200×22 mm. Kaselaua paksus, pikkus ja laius on valitud optimaalsete tulemuste jaoks ning eesmärgiga jätta piisav varu. Järgnevalt kirjeldatakse laua töötlemise protsesse tooriku saamiseks..

Liistutoorikute tootmisprotsessi staadiumid

Esimene staadium on järkamine, kus lõigatakse 3,9 meetri pikkused lauad kolmeks võrdseks osaks. Seejärel hõõveldatakse 1,3 m toortükkidele rihthõõvliga 1. ja 2. baaspind, kusjuures mõlema baaspinna tekitamiseks on ette nähtud 4 mm varu [6: 66]. Valmivad toortükid mõõduga 1300×196×18 mm.

Seejärel töödeldakse toortükid paksushõõvliga täpsesse liistutooriku mõõtu, mis tähendab paksusest 3 mm maha hõõveldamist [6: 66] . Kolmas staadium on toortükkide pikkusesse saagimine: vastavalt liistutooriku liigile saab korduvlaiusega toortükkide pikkuseks vastavalt 198, 252, ning 316 mm. Servatud laua pikkusest tulenevalt on võimalik anda pikkuse varud selliste pikkustega toortükkide saagimiseks: vardaliistu toorikule 94,5 mm; uksealiistu toorikule 26 mm; tamburuksealiistu toorikule 25,5 mm. Toortükkide mõõdud on toodud tabelis 3.6.

Tabel 3.6. Liistutoortükkide mõõdud

Toortükk	Pikkus [mm]:	Laius [mm]:	Paksus [mm]:
Vardaliistu toortükk	198	196	15
Ukseliistu toortükk	252	196	15
Tamburukseliistu toortükk	316	196	15

Viimaseks staadiumiks on toortüki lahkamine liistutoorikuteks. Selleks on igale korduvlaiusega toorikule ette nähtud laiuse varu: vardaliistu ja tamburukse liistu toortükile 10,5 mm ning ukseliistu toortükile 12 mm. Arvestades saetee laiusega saab 3,9 meetri pikkusest servatud lauast lõigata pikkuses 19- ning laiuses 15-kordse ukseliistu tooriku. Tamburukseliistu toorikuid saab pikkusest 12, laiusest 14 ning vardaliistu toorikuid tuleb ühest servamata lauast välja pikkuses 19 ja laiuses 14. All toodud tabelis 3.7. on liistutoorikute mõõdud ning kogus seerias.

Tabel 3.7. Liistutoorikute mõõdud ja kogus seerias

Toorik:	Pikkus [mm]:	Laius [mm]:	Paksus [mm]:	Kogus seerias [tk]:
Vardaliistu toorik	198	15	10	200
Ukseliistu toorik	252	15	9	4200
Tamburukseliistu toorik	316	15	10	3700

Tamburukseliistu toorikute tehnoloogiline kaart on toodud tabelis 3.8.

Tabel 3.8. Tamburukseliistu tooriku tehnoloogiline kaart

Nr	Operatsiooni nimetus	Töökoht, sisseseade	Instrument		Rakis
			Nimetus	Mõõt, mm	Nimetus
1	Kolmeks järkamine	Järkamissaag SCM formula sr 650	Saeketas	400×3,5	Juhtlatt
2	1. baaspinna hõõveldamine	Rihthöövel SCM minimax fs 41 es	Noavõll	95	Juhtlatt
3	2. baaspinna hõõveldamine	Rihthöövel SCM minimax fs 41 es	Noavõll	95	Juhtlatt
4	Paksuse mõõtu hõõveldamine	Paksushöövelpink SCM L'invincible s 7	Noavõll	120	Eendemehhanism
5	Tooriku pikkusesse saagimine	Universaalsaagpink SCM L'Invincible SI 5	Saeketas	250×3,2	Juhtlatt + piiraja
6	Pikikiudu juurdeldõikamine	Universaalsaagpink SCM L'Invincible SI 5	Saeketas	250×3,2	Juhtlatt

3.2.2. Plaatmaterjalide tehnoloogilised protsessid

Plaatmaterjalide tehnoloogilised protsessid käsitlevad toote valmimise etappi liimkilbist või vineerplaadist kuni detaili toorikuni. Antud juhul on sisendiks toormaterjali töötlemise lõpp-produktiks olevad liimkilbid ning imporditavad vineerplaadid. Järgnevalt kirjeldatakse toorikute asetust plaatmaterjalides ning näidatakse puhaste toorikute väljatulekut.

Liimkilbid

Kuna leivakapi peamiseks materjaliks on liimkilp, on väljatuleku optimeerimiseks vajalik töödelda liimkilpe korrektselt, õigete tehnoloogiate, seadmete ja varudega ning seega on kõik liimkilpide koostamisel kasutatavad varud võetud raamatust „Puidutöötlemine I“ [6]. Liimkilpide mõõtude arvestamisel on kasutatud selle raamatu soovitusi koostada liimkilbid

pikkusega 1250...1500 mm [6: 68] eeldusel, et nii on kilpe mugavam töödelda ning kõmmeldumine on minimaalne.

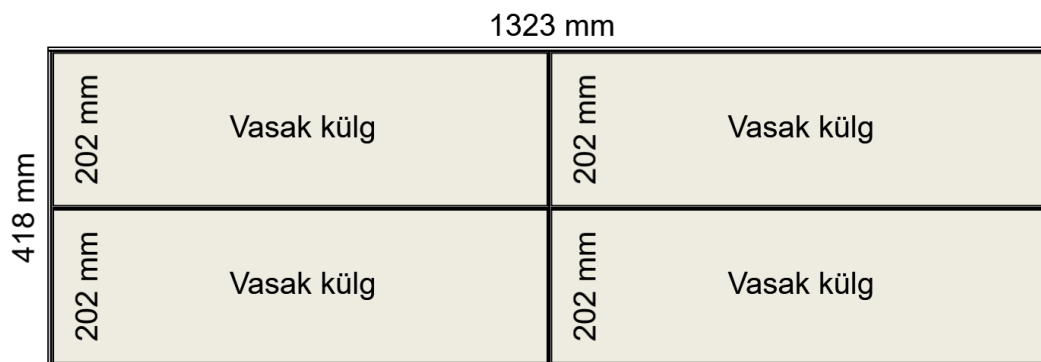
Liimkilbid lõigatakse lahti universaalsaagpingis. Näide liimkilbi tehnoloogilisest kaardist on toodud tabelis 3.9.

Tabel 3.9. Liimkilp V lahtisaagimine

Nr	Operatsiooni nimetus	Töökoht, sisseseade	Instrument		Rakis
			Nimetus	Mõõt, mm	Nimetus
1	Ristikiudu juurdelõikamine	Universaalsaagpink SCM L'Invincible SI 5	Saeketas	250×3,2	Juhtlatt + piiraja
2	Pikikiudu juurdelõikamine	Universaalsaagpink SCM L'Invincible SI 5	Saeketas	250×3,2	Juhtlatt

Detailide paigutus liimkilpides

Liimkilbis I asetsevad detailid parem külg ja vasak külg on sama plaadi peal, kuna detailide mõõdud on identsed. Detailide paigutus kilbil on toodud Joonisel 3.3. ning andmed tabelis 3.10.



Joonis 3.3. Detailide asetuse Liimkilbil I.

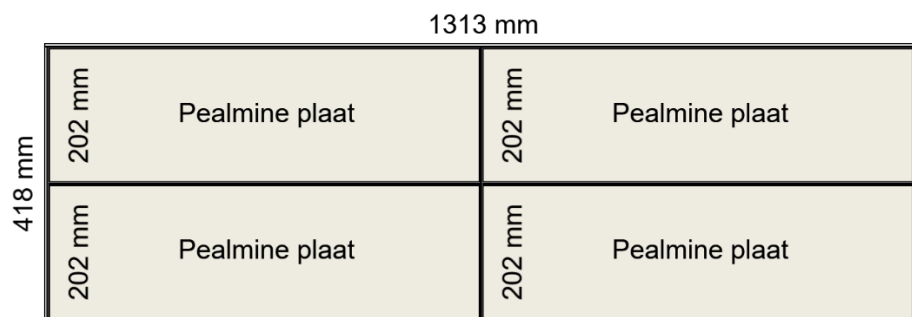
Tabel 3.10. Liimkilp I andmed

Liimkilp I andmed	Suurus:
Arv seerias:	50 tk
Pikkus:	1323 mm
Laius:	418 mm
Paksus:	17 mm
Saetee:	3,5 mm
Materjali varu pikkuses:	15 mm
Materjali varu lauses:	10 mm

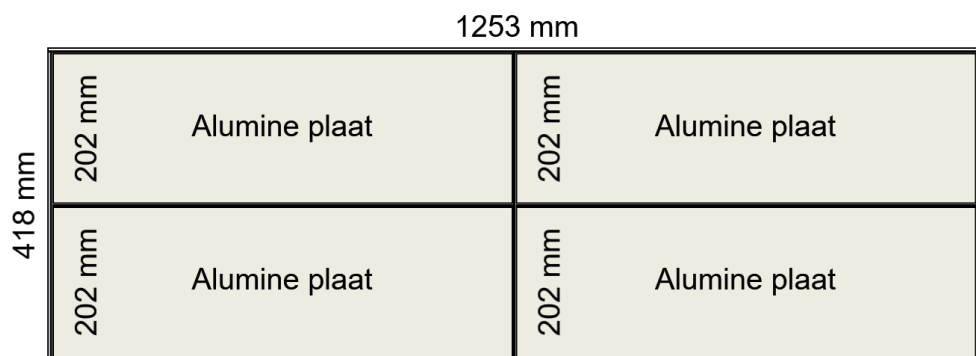
Liimkilpidest II, III ja IV saetakse välja vastavalt pealmine plaat, alumine plaat ja vahesein ning antud liimkilpide asetus on toodud joonistel 3.4., 3.5. ja 3.6. ja nende andmed tabelis 3.11.

Tabel 3.11. Liimkilp II, III ja IV andmed

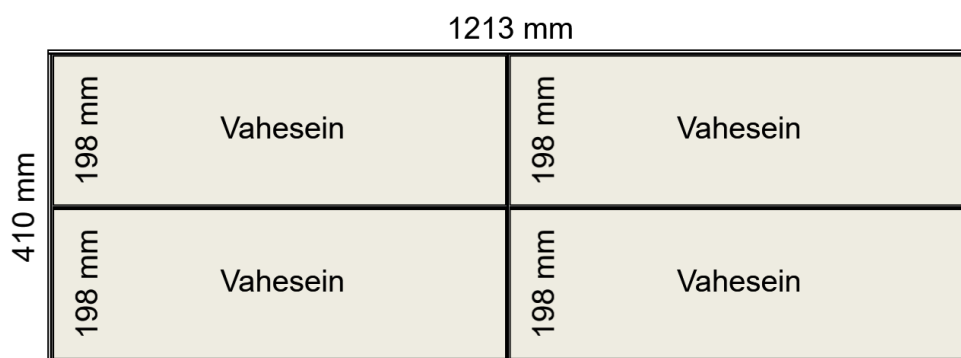
Andmed:	Liimkilp II	Liimkilp III	Liimkilp IV
Arv seerias [tk]:	25	25	25
Pikkus [mm]:	1313	1253	1213
Laius [mm]:	418	418	410
Paksus [mm]:	17	17	17
Saetee [mm]:	3,5	3,5	3,5
Materjali varu pikkuses [mm]:	15	15	15
Materjali varu lauses [mm]:	10	10	10



Joonis 3.4. Detailide asetused Liimkilbil II.



Joonis 3.5. Detailide asetused Liimkilbil III.

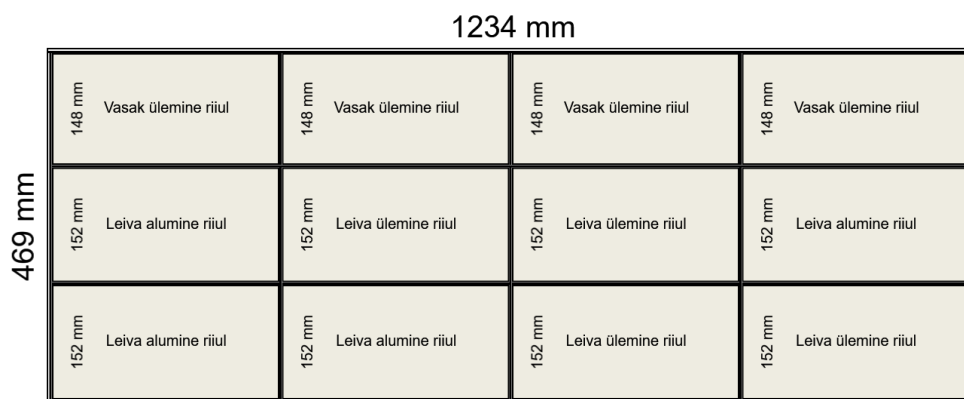


Joonis 3.6. Detailide asetused Liimkilbil IV.

Liimkilbil V asetsevad leiva ülemine riul, leiva alumine riul ja vasak ülemine riul; Liimkilbil VI asetsevad alumine riul ja ülemine riul; liimkilbile VII on paigutatud ukse raami alumine ja ülemine liist ning liimkilbil VIII asetsevad ukse raami vasak liist ning ukse raami parem liist. Mainitud liimkilpide andmed on toodud tabelis 3.12. ning asetus on joonistel 3.7., 3.8., 3.9. ja 3.10.

Tabel 3.12. Liimkilpide V, VI, VII ja VIII andmed

Andmed:	Liimkilp V	Liimkilp VI	Liimkilp VII	Liimkilp VIII
Arv seerias [tk]:	25	25	4	10
Pikkus [mm]:	1234	1234	1309	1201
Laius [mm]:	469	378	362	362
Paksus [mm]:	17	17	17	17
Saatee [mm]:	3,5	3,5	3,5	3,5
Materjali varu pikkuses [mm]:	15	15	15	15
Materjali varu laiuses [mm]:	10	10	10	10



Joonis 3.7. Detailide asetus Liimkilbil V.

Vineer

Kasutatav vineer on mõõtudega 2150×3850×4 mm ning seda kasutatakse leivakapi tagakülje tootmiseks. Vineerplaadi tehnoloogiline kaart on toodud tabelis 3.13. Tabelis 3.14. on toodud vineerplaadi andmed ning Joonisel 3.11. on kujutatud detailide asetust vineerplaadil.

Tabel 3.13. Vineerplaadi tehnoloogiline kaart

Nr	Operatsiooni nimetus	Töökoht, sisseseade	Instrument		Rakis
			Nimetus	Mõõt, mm	Nimetus
1	Juurdelõikamine tooriku pikkuses	Universaalsaagpink SCM L'Invincible SI 5	Saeketas	250 × 3,2	Juhtlatt + piiraja
2	Juurdelõikamine tooriku laiuses	Universaalsaagpink SCM L'Invincible SI 5	Saeketas	250 × 3,2	Juhtlatt + piiraja

Tabel 3.14. Vineerplaadi andmed

Andmed:	Liimkilp V
Arv seerias [tk]:	6
Pikkus [mm]:	2150
Laius [mm]:	3850
Paksus [mm]:	4

3850 mm						2150 mm
613 mm Tagumine külg	613 mm Tagumine külg	613 mm Tagumine külg	613 mm Tagumine külg	613 mm Tagumine külg	613 mm Tagumine külg	
613 mm Tagumine külg	613 mm Tagumine külg	613 mm Tagumine külg	613 mm Tagumine külg	613 mm Tagumine külg	613 mm Tagumine külg	
613 mm Tagumine külg	613 mm Tagumine külg	613 mm Tagumine külg	613 mm Tagumine külg	613 mm Tagumine külg	613 mm Tagumine külg	

Joonis 3.11. Detailide asetus vineerplaadil.

3.2.3. Detailide tehnoloogilised protsessid

Detailide tehnoloogilised protsessid tähendavad puhta tooriku töötlemist detailiks. See tähendab, et toorikumõõdust saab detaili puhas mõõt ning detailidele töödeldakse vastavad seotised ning kuju. Järgnevalt on kirjeldatud detailide tootmise operatsioonid, jaotades kõik detailid sarnasuse järgi 4 rühma: kapi detailid, riulid, liistdetailid ning ukse raami detailid.

Kapi struktuuri detailid

Sellesse jaotisesse kuuluvad detailid, mis moodustavad leivakapi kuju. Nendeks on pealne plaat, alumine plaat, parem külg, vasak külg, vahesein ning tagumine külg. Pealse plaadi, alumise plaadi ja parema külje tehnoloogilised protsessid on samasugused: kõigepealt läbivad nimetatud detailid paksuse, laiuse ja pikkuse mõõdulihvimise ja kantide pehmendamise protsessi. Seejärel freesitakse neile tagumise külje soon ning puuritakse vajalikud tüübliavad. Vahesein läbib samuti mõõdulihvimise, kantide pehmendamise ning tüübliavade puurimise protsessi. Seejärel freesitakse detailile tamburukse soon. Vasak külg läbib mõõdulihvimise, kantide pehmendamise ning tüübliavade puurimise protsessid. Sooni freesitakse sellele detailile 2: tagumise külje soon ning tamburukse soon. Kuna tagumine külg on vineerist, ei lihvita seda mõõtu, vaid pehmendatakse servad ning lihvitakse sisse raadius, et mahtuda leivakapi monteerimisel tekkivasse süvisesse. Vasaku külje tehnoloogiline kaart on esitatud tabelis 3.15.

Tabel 3.15. Vasaku külje tehnoloogiline kaart

Nr	Operatsiooni nimetus	Kasutatav masin	Instrument		Rakis
			Nimetus	Mõõt, mm	Nimetus
1	Paksuse kalibreerimine	Lailintlihvpink SCM dmc sd 90	Lihvlint	1370 × 2620	Pneumomembraaniga surveklots
2	Laiuse kalibreerimine	Lihvpink SCM formula u 150	Lihvlint	2170 × 150	Juhtlatt

Nr	Operatsiooni nimetus	Kasutatav masin	Instrument		Rakis
			Nimetus	Mõõt, mm	Nimetus
3	Pikkuse kalibreerimine	Lihvpink SCM formula u 150	Lihvlint	2170 × 150	Juhtlatt
4	Kantide pehmendamine	Lauafrees Festool TF 2200-Set	Laagritega otsfrees	0,4	Laagriseib
5	Tagakülje soone freesimine	Kopeerfreespink SCM formula router 900	Otsfrees	20	Šabloon + kopeersõrm
6	Rulooukse soone freesimine	Kopeerfreespink SCM formula router 900	Otsfrees	20	Šabloon + kopeersõrm
7	Tüübliavade puurimine	Paljuspindiline puurpink SCM startech 27	Tüüblipuudid RH,LH	8	Juhtlatt + piirajad, pneumosilindrid
8	Tüübliavade puurimine otspinnale	Paljuspindiline puurpink SCM startech 27	Tüüblipuudid RH,LH	8	Juhtlatt + piirajad, pneumosilindrid

Riivli detailid

Riivli detailide rühma kuuluvad ülemine riivli, alumine riivli, leiva ülemine riivli, leiva alumine riivli ning vasak ülemine riivli. Riivlite tehnoloogilisteks protsessideks on paksuse, pikkuse ja laiuse mõõtu lihvimine, kantide pehmendamine ning tüübliavade puurimine otspinnale. Erandiks on vasak ülemine riivli, millele freesitakse lisaks profiil tamburukse käepideme jaoks. Vasaku ülemise riivli tehnoloogiline kaart on esitatud tabelis 3.16.

Tabel 3.16. Vasaku ülemise riiuli tehnoloogiline kaart

Nr	Operatsiooni nimetus	Kasutatav masin	Instrument		Rakis
			Nimetus	Mõõt, mm	Nimetus
1	Paksuse kalibreerimine	Lailintlihvpink SCM dmc sd 90	Lihvlint	1370 × 2620	Pneumomembraaniga surveklots
2	Laiuse kalibreerimine	Lihvpink SCM formula u 150	Lihvlint	2170 × 150	Juhtlatt
3	Pikkuse kalibreerimine	Lihvpink SCM formula u 150	Lihvlint	2170 × 150	Juhtlatt
4	Kantide pehmendamine	Lauafrees Festool TF 2200-Set	Laagritega otsfrees	0,4	Laagriseib
5	Kontuuri freesimine	Kopeerfreespink SCM formula router 900	Otsfrees	8	Šabloon + kopeersõrm
6	Tüübliavade puurimine otspinnale	Paljuspindiline puurpink SCM startech 27	Tüüblipuudid RH,LH	8	Juhtlatt + piirajad, pneumosilindrid

Liistdetailid

Leivakapi liistdetailideks on ukseliist, tamburukse liist, tamburukse avaga liist ning vardaliist. Nende detailide tehnoloogilisteks protsessideks on servade mõõtu lihvimine ning kantide pehmendamine. Vardaliistule töödeldakse lisaks 3 ava varraste hoidmise jaoks ning avaga tamburukseliistule puuritakse ava ukse käepideme kinnitamiseks. Vardaliistu tehnoloogiline kaart on esitatud tabelis 3.17.

Tabel 3.17. Vardaliistu tehnoloogiline kaart

Nr	Operatsiooni nimetus	Kasutatav masin	Instrument		Rakis
			Nimetus	Mõõt, mm	Nimetus
1	Servade mõõtu lihvimine	Lihvpink SCM formula u 150	Lihvlint	2170 × 150	Juhtlatt, piirajad
2	Varda kinnitusavade puurimine	Vertikaalpuurpink MAXION UNIMAX 3 TAP	Puidupuur Brad Point bits	4,5	Juhtlatt, piirajad
3	Kantide pehmendamine	Lauafrees Festool TF 2200-Set	Laagritega otsfrees	0,4	Laagriseib

Ukseraami detailid

Ukseraami detailideks on ukse raami ülemine, ukse raami alumine, ukse raami vasak ning ukse raami parem liist. Need detailid lihvitakse kõigepealt õigesse mõõtu ja kandid pehmendatakse. Seejärel puuritakse ukse raami vasakule ja paremale liistule tüübliavad arvestades, et tüübliava freesitakse hiljem madalamaks soone sügavuse võrra. Viimase operatsioonina freesitakse raami vasakule ja paremale liistule soon. Ukse raami ülemisele ja alumisele liistule freesitakse tapikeel mõlemale poolele ning seejärel freesitakse soon detaili pikkusesse. Ukseraami vasaku liistu tehnoloogiline kaart on esitatud tabelis 3.18.

Tabel 3.18. Ukseraami vasaku liistu tehnoloogiline kaart

Nr	Operatsiooni nimetus	Kasutatav masin	Instrument		Rakis
			Nimetus	Mõõt, mm	Nimetus
1	Paksuse mõõtu lihvimine	Lailintlihvpink SCM dmc sd 90	Lihvlint	1370 × 2620	Pneumomembraaniga surveklots
2	Laiuse mõõtu lihvimine	Lihvpink SCM formula u 150	Lihvlint	2170 × 150	Juhtlatt
3	Pikkuse mõõtu lihvimine	Lihvpink SCM formula u 150	Lihvlint	2170 × 150	Juhtlatt
4	Servade pehmendamine	Lauafrees Festool TF 2200-Set	Laagritega otsfrees	0,4	Laagriseib
5	Tüübliavade puurimine	Paljuspindiline puurpink SCM startech 27	Tüüblipuudid RH,LH	6	Juhtlatt + piirajad, pneumosilindrid
6	Tapisoone freesimine	Universaalfreespink SCM L'invincible ti 7	Reguleeritav soonefrees	100	Juhtlatt

3.2.4. Montaaž

Detailide lõplikust töötlemisest kuni valmisproduktini jõudmiseks on vaja teostada montaaž, mis hõlmab kapi kokkuliimimist ning furnituuride kinnitamist. Antud lõputöös detailide viimistlemist ei käsitleta, seega värvikulu ega viimistlemise operatsioone toodud ei ole.

Monteerimisel kinnitatakse leivakapi detailid üksteise külge tisleriseotiste abil, milleks on tüübelseotis. Kasutatav liim on 150 g/m² pinnakatvusega Moment PVA ning surve avaldamiseks kasutatakse pitskruve. Montaaži käigus kinnitatakse leivakapi külge ka vastav furnituur, mis on toodud all olevas tabelis 3.19.

Tabel 3.19. Leivakapi furnituur

Furnituuri element	Kogus tootes [tk]	Kogus seerias [tk]
Latthing koos kinnituskruvidega	1	100
Käepide	2	200
Metallvardad	3	300
Puidukruvi 3×20 mm	14	1400
Puidukruvi 3×30 mm	4	400
Viilungsoone täiteribad	2	200
Lõuendiriie	1	100
Tüüblid 8×30 mm	54	5400
Tüüblid 6×30 mm	4	400

3.3 Tehnoloogilised arvutused

Tehnoloogilised arvutused teostati tabelis 3.20. toodud valemite järgi, millega arvutati masinate tootlikkus (A) ning töötunnid (A_p). Iga masina kohta on teostatud eraldi arvutused, mis vastavad nendel teostatud operatsioonidega. Valemid on võetud raamatust „Puidutöötlemine I“ lk 158 – 163. [7: 158-163]

Tabel 3.20. Tehnoloogiliste arvutuste valemid

Masin	Tootlikkus A [tk/h]	Kasutatavad andmed
Järkamissaag	$A = T \times (n - m) \times k_t$	<p>T – aeg = 60 [min]</p> <p>k_t – tööaja kasumitegur = 0.93</p> <p>n – põhilõigete arv minutis [tk]</p> <p>m – lisalõigete arv minutis [tk]</p>

Masin	Tootlikkus A [tk/h]	Kasutatavad andmed
Universaalsaagpink	$A = T \times u \times k_t \times k_m / (L \times m)$	<p>u – eendekiirus [m/min] (u = $u_z \times n \times z / 1000$) u_z – ettenihe saehambale = 0,085 [mm] n – sae pöörlemissagedus = 3600 [p/min] z – saehammaste arv = 60 [tk] k_t – tööaja kasumitegur = 0.9 k_m – masinaaja kasumitegur = 0.9 L – saagimise pikkus [m] m – lõigete arv toorikule [tk]</p>
Rihthöövelpink	$A = T \times u \times k_t \times k_m \times n / (L \times m)$	<p>T – aeg = 60 [min] u – eendekiirus [m/min] k_t – tööaja kasumitegur = 0,88 k_m – masinaaja kasumitegur = 0,78 n – korraga töödeldavate toorikute arv [tk] L – tooriku pikkus [m] M – läbingute arv = 1...3</p>
Paksushöövelpink	$A = T \times u \times k_t \times k_m \times n / (L \times m)$	<p>k_t – tööaja kasumitegur = 0.93 k_m – masinaaja kasumitegur = 0.85</p>
Lauafrees, universaalfreespink	$A = T \times u \times k_t \times k_m / L$	<p>T – aeg = 60 [min] u – eendekiirus [m/min] k_t – tööaja kasumitegur = 0,92 k_m – masinaaja kasumitegur = 0.7 L – detaili pikkus [m]</p>
Kopeerfreespink	$A = T \times k_t \times k_m / t_o$	<p>T – aeg = 60 [min] t_o – ühe tehnoloogilise operatsiooni aeg [min] k_t – tööaja kasumitegur = 0.9 k_m – masinaaja kasumitegur = 0.7</p>

Masin	Tootlikkus A [tk/h]	Kasutatavad andmed
Vertikaalpuurpink	$A = T \times k_t \times k_m / (t \times z)$	<p>T – aeg = 60 [min]</p> <p>k_t – tööaja kasumitegur = 0.93</p> <p>k_m – masinaaja kasumitegur = 0.6</p> <p>z – puuritavate avade arv [tk]</p> <p>t – ühe ava puurimise aeg [min]</p> <p>$(t = H / (1000 \times u))$</p> <p>H – puuri käik = 125 [mm]</p> <p>u – puuri etteandekiirus [m/min]</p>
Paljuspindiline puurpink	$A = T \times k_t \times k_m / (t \times z)$	<p>k_t – tööaja kasumitegur = 0.93</p> <p>k_m – masinaaja kasumitegur = 0.5</p>
Lailintlihvpink	$A = T \times u \times k_t \times k_m \times C / (L \times Z)$	<p>T – aeg = 60 [min]</p> <p>u – eendekiirus = 9 [m/min]</p> <p>k_t – tööaja kasumitegur = 0.85</p> <p>k_m – masinaaja kasumitegur = 0.93</p> <p>C – lihvkloti laius [m]</p> <p>Z – lihvitavate külgede arv [tk]</p>
Lihvpink lindi servse paigutusega	$A = T \times u \times k_t \times k_m \times C / (L \times Z)$	<p>k_t – tööaja kasumitegur = 0.9</p> <p>k_m – masinaaja kasumitegur = 0.9</p>
Press	$A = T \times k_t \times n \times z / t_o$	<p>t_o – pressi töötsükli kestus [min]</p> <p>$(t_o = t_1 + t_2 + t_3 + t_4)$</p> <p>$t_1$ – pressi laadimisaeg [min]</p> <p>t_2 – pressi kokkusurumisaeg [min]</p> <p>t_3 – hoideaeg [min]</p> <p>t_4 – survest vabastamise ja pressi väljalaadimise aeg [min]</p>

Järkamissae SCM GROUP formula sr 650 tootlikkuse ja ajakulu arvutamine

Järkamissae tootlikkus on arvutatud tabelis 3.21. toodud valemi järgi $A = T \times (n - m) \times k_t$.

Tabel. 3.21. Järkamissae tootlikkus ja ajakulu

Detail	T	n	m	k_t	A	A_p
Liimkilp I toormaterjal	60	4	0	0.93	223.2	0.28
Liimkilp II toormaterjal	60	4	0	0.93	223.2	0.14
Liimkilp III toormaterjal	60	4	0	0.93	223.2	0.14
Liimkilp IV toormaterjal	60	4	0	0.93	223.2	0.14
Liimkilp V toormaterjal	60	4	0	0.93	223.2	0.16
Liimkilp VI toormaterjal	60	4	0	0.93	223.2	0.13
Liimkilp VII toormaterjal	60	4	0	0.93	223.2	0.02
Liimkilp VIII toormaterjal	60	4	0	0.93	223.2	0.05
Ukseliistu toormaterjal	60	5	0	0.93	279	0.20
Tamburukseliistu toormaterjal	60	5	0	0.93	279	0.24
Vardaliistu toormaterjal	60	5	0	0.93	279	0.01
					Kokku:	1.53

Rihthöövelpingi SCM GROUP minimax fs 41 es tootlikkuse ja ajakulu arvutamine

Rihthöövelpingi tootlikkus on arvutatud tabelis 3.22. toodud valemi järgi $A = T \times u \times k_t \times k_m \times n / (L \times m)$.

Tabel. 3.22. Rihthöövelpingi tootlikkus ja ajakulu

Detail	T	u	k_t	k_m	n	L	m	A	A_p
Toormaterjal I baas. 1	60	2.6	0.88	0.78	8	1.363	2	314.24	0.20
Toormaterjal I baas. 2	60	8	0.88	0.78	8	1.363	2	966.90	0.07
Toormaterjal II baas. 1	60	2.6	0.88	0.78	8	1.353	2	316.57	0.10
Toormaterjal II baas. 2	60	8	0.88	0.78	8	1.353	2	974.05	0.03
Toormaterjal III baas. 1	60	2.6	0.88	0.78	8	1.293	2	331.26	0.10
Toormaterjal III baas. 2	60	8	0.88	0.78	8	1.293	2	1019.25	0.03
Toormaterjal IV baas. 1	60	2.6	0.88	0.78	8	1.253	2	341.83	0.09
Toormaterjal IV baas. 2	60	8	0.88	0.78	8	1.253	2	1051.79	0.03
Toormaterjal V baas. 1	60	2.6	0.88	0.78	8	1.274	2	336.20	0.10
Toormaterjal V baas. 2	60	8	0.88	0.78	8	1.274	2	1034.45	0.03
Toormaterjal VI baas. 1	60	2.6	0.88	0.78	8	1.274	2	336.20	0.09
Toormaterjal VI baas. 2	60	8	0.88	0.78	8	1.274	2	1034.45	0.03
Toormaterjal VII baas. 1	60	2.6	0.88	0.78	8	1.349	2	317.50	0.02

Detail	T	u	k_t	k_m	n	L	m	A	A_p
Toormaterjal VII baas. 2	60	8	0.88	0.78	8	1.349	2	976.94	0.01
Toormaterjal VIII baas. 1	60	2.6	0.88	0.78	8	1.241	2	345.14	0.03
Toormaterjal VIII baas. 2	60	8	0.88	0.78	8	1.241	2	1061.96	0.01
Liimkilp I baas. 1	60	2.6	0.88	0.78	1	1.363	2	39.28	1.27
Liimkilp I baas. 2	60	10	0.88	0.78	1	1.363	2	151.08	0.33
Liimkilp II baas. 1	60	2.6	0.88	0.78	1	1.353	2	39.57	0.63
Liimkilp II baas. 2	60	10	0.88	0.78	1	1.353	2	152.20	0.16
Liimkilp III baas. 1	60	2.6	0.88	0.78	1	1.293	2	41.41	0.60
Liimkilp III baas. 2	60	10	0.88	0.78	1	1.293	2	159.26	0.16
Liimkilp IV baas. 1	60	2.6	0.88	0.78	1	1.253	2	42.73	0.59
Liimkilp IV baas. 2	60	10	0.88	0.78	1	1.253	2	164.34	0.15
Liimkilp V baas. 1	60	2.6	0.88	0.78	1	1.274	2	42.02	0.59
Liimkilp V baas. 2	60	10	0.88	0.78	1	1.274	2	161.63	0.15
Liimkilp VI baas. 1	60	2.6	0.88	0.78	1	1.274	2	42.02	0.59
Liimkilp VI baas. 2	60	10	0.88	0.78	1	1.274	2	161.63	0.15
Liimkilp VII baas. 1	60	2.6	0.88	0.78	1	1.349	2	39.69	0.10
Liimkilp VII baas. 2	60	10	0.88	0.78	1	1.349	2	152.65	0.03
Liimkilp VIII baas. 1	60	2.6	0.88	0.78	1	1.241	2	43.14	0.23
Liimkilp VIII baas. 2	60	10	0.88	0.78	1	1.241	2	165.93	0.06
Ukseliistu toore baas. 1	60	2.6	0.88	0.78	75	1.3	2	3088.80	0.02
Ukseliistu toore baas. 2	60	10	0.88	0.78	75	1.3	2	11880.00	0.005
Tambur toore baas. 1	60	2.6	0.88	0.78	56	1.3	2	2306.30	0.03
Tambur toore baas. 2	60	10	0.88	0.78	56	1.3	2	8870.40	0.01
Vardaliist toore baas. 1	60	2.6	0.88	0.78	84	1.3	2	3459.46	0.001
Vardaliist toore baas. 2	60	10	0.88	0.78	84	1.3	2	13305.60	0.0002
Kokku:								6.85	

Paksushöövelpingi SCM GROUP L'invincibile s 7 tootlikkuse ja ajakulu arvutamine

Paksushöövelpingi tootlikkus on arvutatud tabelis 3.23. toodud valemi järgi $A = T \times u \times k_t \times k_m \times n / (L \times m)$ ning eendekiirused saadi raamatust „Puidutöötlemine II“ leheküljel 161 olevast tabelist 4.5. [7: 161]

Tabel 3.23. Paksushöövelpingi tootlikkus

Detail	T	u	k_t	k_m	L	m	n	A	A_p
Liimkilp I toormaterjal	60	2.6	0.93	0.85	1.363	2	8	361.90	0.17
Liimkilp II toormaterjal	60	2.6	0.93	0.85	1.353	2	8	364.58	0.09
Liimkilp III toormaterjal	60	2.6	0.93	0.85	1.293	2	8	381.49	0.08
Liimkilp IV toormaterjal	60	2.6	0.93	0.85	1.253	2	8	393.67	0.08
Liimkilp V toormaterjal	60	2.6	0.93	0.85	1.274	2	8	387.18	0.09
Liimkilp VI toormaterjal	60	2.6	0.93	0.85	1.274	2	8	387.18	0.08
Liimkilp VII toormaterjal	60	2.6	0.93	0.85	1.349	2	8	365.66	0.01
Liimkilp VIII toormaterjal	60	2.6	0.93	0.85	1.241	2	8	397.48	0.03
Liimkilp I toorik	60	2.6	0.93	0.85	1.363	2	1	45.24	1.11
Liimkilp II toorik	60	2.6	0.93	0.85	1.353	2	1	45.57	0.55
Liimkilp III toorik	60	2.6	0.93	0.85	1.293	2	1	47.69	0.52
Liimkilp IV toorik	60	2.6	0.93	0.85	1.253	2	1	49.21	0.51
Liimkilp V toorik	60	2.6	0.93	0.85	1.274	2	1	48.40	0.52
Liimkilp VI toorik	60	2.6	0.93	0.85	1.274	2	1	48.40	0.52
Liimkilp VII toorik	60	2.6	0.93	0.85	1.349	2	1	45.71	0.09
Liimkilp VIII toorik	60	2.6	0.93	0.85	1.241	2	1	49.68	0.20
Ukseliistu toore	60	2.6	0.93	0.85	1.3	2	75	3557.25	0.02
Tamburukseliistu toore	60	2.6	0.93	0.85	1.3	2	56	2656.08	0.03
Vardaliistu toore	60	2.6	0.93	0.85	1.3	2	84	3984.12	0.001
kokku:								4.69	

Universaalsaag SCM GROUP L'invincibile SI 5 tootlikkuse ja ajakulu arvutamine

Universaalsae tootlikkus on arvutatud tabelis 3.24 toodud valemi järgi $A = T \times u \times k_t \times k_m / (L \times m)$. Eendekiirus [u] on arvutatud valemist $u = u_z \times n \times z / 1000$ [m/min]

Tabel 3.24. Universaalsae eendekiirus

uz	n	z	u
0.085	3600	60	18.36

Tabel 3.25. Universaalsae tootlikkus ja ajakulu

Detail	T	u	k _t	k _m	L	m	A	A _p
Lamell I juurdelõikus	60	18.36	0.9	0.9	1.363	1	654.66	0.76
Liimkilp I mõõtu saagimine (ristikiudu)	60	18.36	0.9	0.9	0.434	2	1027.99	0.05
Liimkilp I mõõtu saagimine (pikikiudu)	60	18.36	0.9	0.9	1.323	2	337.22	0.15
Liimkilp I lahtisaagimine (ristikiudu)	60	18.36	0.9	0.9	0.418	3	711.56	0.07
Liimkilp I lahtisaagimine (pikikiudu)	60	18.36	0.9	0.9	1.323	6	112.41	0.44
Lamell II juurdelõikus	60	18.36	0.9	0.9	1.353	1	659.49	0.38
Liimkilp II mõõtu saagimine (ristikiudu)	60	18.36	0.9	0.9	0.434	2	1027.99	0.02
Liimkilp II mõõtu saagimine (pikikiudu)	60	18.36	0.9	0.9	1.313	2	339.79	0.07
Liimkilp II lahtisaagimine (ristikiudu)	60	18.36	0.9	0.9	0.418	3	711.56	0.04
Liimkilp II lahtisaagimine (pikikiudu)	60	18.36	0.9	0.9	1.313	6	113.26	0.22
Lamell III juurdelõikus	60	18.36	0.9	0.9	1.293	1	690.10	0.36
Liimkilp III mõõtu saagimine (ristikiudu)	60	18.36	0.9	0.9	0.434	2	1027.99	0.02
Liimkilp III mõõtu saagimine (pikikiudu)	60	18.36	0.9	0.9	1.253	2	356.06	0.07
Liimkilp III lahtisaagimine (ristikiudu)	60	18.36	0.9	0.9	0.418	3	711.56	0.04
Liimkilp III lahtisaagimine (pikikiudu)	60	18.36	0.9	0.9	1.253	6	118.69	0.21
Lamell IV juurdelõikus	60	18.36	0.9	0.9	1.253	1	712.13	0.35
Liimkilp IV mõõtu saagimine (ristikiudu)	60	18.36	0.9	0.9	0.434	2	1027.99	0.02
Liimkilp IV mõõtu saagimine (pikikiudu)	60	18.36	0.9	0.9	1.213	2	367.81	0.07
Liimkilp IV lahtisaagimine (ristikiudu)	60	18.36	0.9	0.9	0.410	3	725.44	0.03
Liimkilp IV lahtisaagimine (pikikiudu)	60	18.36	0.9	0.9	1.213	6	122.60	0.20
Lamell V juurdelõikus	60	18.36	0.9	0.9	1.274	1	700.39	0.39
Liimkilp V mõõtu saagimine (ristikiudu)	60	18.36	0.9	0.9	0.4776	2	934.15	0.03
Liimkilp V mõõtu saagimine (pikikiudu)	60	18.36	0.9	0.9	1.234	2	361.55	0.07
Liimkilp V lahtisaagimine (ristikiudu)	60	18.36	0.9	0.9	0.469	5	380.51	0.07
Liimkilp V lahtisaagimine (pikikiudu)	60	18.36	0.9	0.9	1.234	16	45.19	0.55
Lamell VI juurdelõikus	60	18.36	0.9	0.9	1.274	1	700.39	0.32

Detail	T	u	k _t	k _m	L	m	A	A _p
Liimkilp VI mõõtu saagimine (ristikiudu)	60	18.36	0.9	0.9	0.3904	2	1142.80	0.02
Liimkilp VI mõõtu saagimine (pikikiudu)	60	18.36	0.9	0.9	1.234	2	361.55	0.07
Liimkilp VI lahtisaagimine (ristikiudu)	60	18.36	0.9	0.9	0.378	5	472.11	0.05
Liimkilp VI lahtisaagimine (pikikiudu)	60	18.36	0.9	0.9	1.234	12	60.26	0.41
Lamell VII juurdelõikus	60	18.36	0.9	0.9	1.349	1	661.45	0.05
Liimkilp VII mõõtu saagimine (ristikiudu)	60	18.36	0.9	0.9	0.3904	2	1142.80	0.004
Liimkilp VII mõõtu saagimine (pikikiudu)	60	18.36	0.9	0.9	1.309	2	340.83	0.01
Liimkilp VII lahtisaagimine (ristikiudu)	60	18.36	0.9	0.9	0.362	6	410.82	0.01
Liimkilp VII lahtisaagimine (pikikiudu)	60	18.36	0.9	0.9	1.309	55	12.39	0.32
Lamell VIII juurdelõikus	60	18.36	0.9	0.9	1.241	1	719.01	0.13
Liimkilp VIII mõõtu saagimine (ristikiudu)	60	18.36	0.9	0.9	0.3904	2	1142.80	0.01
Liimkilp VIII mõõtu saagimine (pikikiudu)	60	18.36	0.9	0.9	1.201	2	371.48	0.03
Liimkilp VIII lahtisaagimine (ristikiudu)	60	18.36	0.9	0.9	0.362	3	821.64	0.01
Liimkilp VIII lahtisaagimine (pikikiudu)	60	18.36	0.9	0.9	1.201	22	33.77	0.30
Ukseliistu juurdelõikus (ristikiudu)	60	18.36	0.9	0.9	0.196	6	758.76	0.08
Ukseliistu juurdelõikus (pikikiudu)	60	18.36	0.9	0.9	0.252	1	3540.86	1.19
Tamburukseliistu juurdelõikus (ristikiudu)	60	18.36	0.9	0.9	0.196	5	910.51	0.07
Tamburukseliistu juurdelõikus (pikikiudu)	60	18.36	0.9	0.9	0.316	1	2823.72	1.31
Vardaliistu juurdelõikus (ristikiudu)	60	18.36	0.9	0.9	0.196	7	650.36	0.00
Vardaliistu juurdelõikus (pikikiudu)	60	18.36	0.9	0.9	0.198	1	4506.55	0.04
Tagakülje saagimine pikkusesse	60	18.36	0.9	0.9	2.15	7	59.29	0.10
Tagakülje saagimine laiusesse	60	18.36	0.9	0.9	0.613	4	363.91	0.10
							kokku:	9.35

Lailintlihvmasina SCM GROUP dmc sd 90 tootlikkuse ja ajakulu arvutamine

Lailintlihvmasina tootlikkus on arvutatud tabelis 3.26. toodud valemi järgi

Tabel 3.26. Lainintlihvmasina tootlikkus

Detail	T	u	k_t	k_m	C	L	Z	A	A_p
Liimkilp I toorik	60	9	0.85	0.93	1.35	1.363	2	211.40	0.24
Liimkilp II toorik	60	9	0.85	0.93	1.35	1.353	2	212.96	0.12
Liimkilp III toorik	60	9	0.85	0.93	1.35	1.293	2	222.84	0.11
Liimkilp IV toorik	60	9	0.85	0.93	1.35	1.253	2	229.96	0.11
Liimkilp V toorik	60	9	0.85	0.93	1.35	1.274	2	226.17	0.11
Liimkilp VI toorik	60	9	0.85	0.93	1.35	1.274	2	226.17	0.11
Liimkilp VII toorik	60	9	0.85	0.93	1.35	1.349	2	213.59	0.02
Liimkilp VIII toorik	60	9	0.85	0.93	1.35	1.241	2	232.18	0.04
Pealmine plaat	60	9	0.85	0.93	1.35	0.647	2	445.34	0.45
Alumine plaat	60	9	0.85	0.93	1.35	0.617	2	467.00	0.43
Vasak kül	60	9	0.85	0.93	1.35	0.652	2	441.93	0.45
Parem kül	60	9	0.85	0.93	1.35	0.652	2	441.93	0.45
Vahesein	60	9	0.85	0.93	1.35	0.597	2	482.64	0.41
Leiva ülemine riiul	60	9	0.85	0.93	1.35	0.302	2	954.10	0.21
Leiva alumine riiul	60	9	0.85	0.93	1.35	0.302	2	954.10	0.21
Kapi ülemine riiul	60	9	0.85	0.93	1.35	0.302	2	954.10	0.21
Kapi alumine riiul	60	9	0.85	0.93	1.35	0.302	2	954.10	0.21
Vasak ülemine riiul	60	9	0.85	0.93	1.35	0.302	2	954.10	0.21
Ukseraami parem liist	60	9	0.85	0.93	1.35	0.591	2	487.54	0.41
Ukseraami vasak liist	60	9	0.85	0.93	1.35	0.591	2	487.54	0.41
Ukseraami ülemine liist	60	9	0.85	0.93	1.35	0.256	2	1125.54	0.18
Ukseraami alumine liist	60	9	0.85	0.93	1.35	0.256	2	1125.54	0.18
kokku:								5.28	

Lindi servse paigutusega lintlihvmasina SCM GROUP formula u 150 tootlikkuse ja ajakulu arvutamine

Lintlihvmasina tootlikkuse arvutamisel on kasutatud tabelis 3.20. toodud valemit. Tabelis 3.27. tehtud arvutuste tegemisel on arvestatud, et lihvitakse detaili mõlemad küljed, mistõttu on detailide tootlikkuse algsed vastused korrutatud kahega.

Tabel 3.27. Lintlühvmasina tootlikkus

Detail	T	u	k_t	k_m	C	L	Z	A	A_p
Pealmine plaat (laius)	60	10	0.9	0.9	0.15	0.647	2	56.34	3.55
Pealmine plaat (pikkus)	60	10	0.9	0.9	0.15	0.200	2	182.25	1.10
Alumine plaat (laius)	60	10	0.9	0.9	0.15	0.617	2	59.08	3.39
Alumine plaat (pikkus)	60	10	0.9	0.9	0.15	0.200	2	182.25	1.10
Vasak külg (laius)	60	10	0.9	0.9	0.15	0.652	2	55.90	3.58
Vasak külg (pikkus)	60	10	0.9	0.9	0.15	0.200	2	182.25	1.10
Parem külg (laius)	60	10	0.9	0.9	0.15	0.652	2	55.90	3.58
Parem külg (pikkus)	60	10	0.9	0.9	0.15	0.200	2	182.25	1.10
Vahesein (laius)	60	10	0.9	0.9	0.15	0.597	2	61.06	3.28
Vahesein (pikkus)	60	10	0.9	0.9	0.15	0.196	2	185.97	1.08
Leiva ülemine riiul (laius)	60	10	0.9	0.9	0.15	0.302	2	120.70	1.66
Leiva ülemine riiul (pikkus)	60	10	0.9	0.9	0.15	0.150	2	243.00	0.82
Leiva alumine riiul (laius)	60	10	0.9	0.9	0.15	0.302	2	120.70	1.66
Leiva alumine riiul (pikkus)	60	10	0.9	0.9	0.15	0.150	2	243.00	0.82
Kapi ülemine riiul (laius)	60	10	0.9	0.9	0.15	0.302	2	120.70	1.66
Kapi ülemine riiul (pikkus)	60	10	0.9	0.9	0.15	0.180	2	202.50	0.99
Kapi alumine riiul (laius)	60	10	0.9	0.9	0.15	0.302	2	120.70	1.66
Kapi alumine riiul (pikkus)	60	10	0.9	0.9	0.15	0.180	2	202.50	0.99
Tagumine külg (raadius)	60	10	0.9	0.9	0.15	0.003	2	12150.00	0.02
Vasak ülemine riiul (laius)	60	10	0.9	0.9	0.15	0.302	2	120.70	1.66
Vasak ülemine riiul (pikkus)	60	10	0.9	0.9	0.15	0.146	2	249.66	0.80
Ukseraami parem liist (laius)	60	10	0.9	0.9	0.15	0.591	2	61.68	3.24
Ukseraami parem liist (pikkus)	60	10	0.9	0.9	0.15	0.030	2	1215.00	0.16
Ukseraami vasak liist (laius)	60	10	0.9	0.9	0.15	0.591	2	61.68	3.24
Ukseraami vasak liist (pikkus)	60	10	0.9	0.9	0.15	0.030	2	1215.00	0.16
Ukseraami ülemine liist (laius)	60	10	0.9	0.9	0.15	0.256	2	142.38	1.40
Ukseraami ülemine liist (pikkus)	60	10	0.9	0.9	0.15	0.030	2	1215.00	0.16
Ukseraami alumine liist (laius)	60	10	0.9	0.9	0.15	0.256	2	142.38	1.40
Ukseraami alumine liist (pikkus)	60	10	0.9	0.9	0.15	0.030	2	1215.00	0.16
Ukseliist (servad)	60	10	0.9	0.9	0.15	0.252	4	72.32	2.77
Tamburukseliist (servad)	60	10	0.9	0.9	0.15	0.316	4	57.67	3.47
Tamburukse avaga liist (servad)	60	10	0.9	0.9	0.15	0.316	4	57.67	3.47
Vardaliist (servad)	60	10	0.9	0.9	0.15	0.196	4	92.98	2.15
kokku:								57.36	

Universaalfreespingi SCM GROUP L'invincibile ti 7 tootlikkuse ja ajakulu arvutamine

Universaalfreespingi tootlikkus on arvutatud tabelis 3.20. toodud valemi järgi ning tulemused on tabelis 3.28.

Tabel 3.28. Universaalfreespingi tootlikkus ja ajakulu

Detail	T	u	k _t	k _m	L	A	A _p
Alumine plaat (soon)	60	10	0.92	0.7	0.615	628.29	0.16
Ukseraami parem liist (soon)	60	10	0.92	0.7	0.569	679.09	0.15
Ukseraami vasak liist (soon)	60	10	0.92	0.7	0.569	679.09	0.15
Ukseraami ülemine liist (keel)	60	8	0.92	0.7	0.03	10304.00	0.01
Ukseraami ülemine liist (soon)	60	10	0.92	0.7	0.254	1521.26	0.07
Ukseraami alumine liist (keel)	60	8	0.92	0.7	0.03	10304.00	0.01
Ukseraami alumine liist (soon)	60	10	0.92	0.7	0.254	1521.26	0.07
						kokku:	0.60

Kopeerfreespingi SCM GROUP formula router 900 tootlikkuse ja ajakulu arvutamine

Kopeerfreespingi tootlikkus on arvutatud tabelis 3.20. toodud valemi järgi ja tulemused on toodud tabelis 3.29.

Tabel 3.29. Kopeerfreespingi tootlikkus ja ajakulu

Detail	T	k _t	k _m	t _o	A	A _p
Pealmine plaat (tagakülje soon)	60	0.9	0.7	1	37.8	2.65
Vasak külg (tagakülje soon)	60	0.9	0.7	1	37.8	2.65
Vasak külg (tamburukse soon)	60	0.9	0.7	3	12.6	7.94
Parem külg (tagakülje soon)	60	0.9	0.7	1	37.8	2.65
Vahesein (tamburukse soon)	60	0.9	0.5	3	9	11.11
Vasak ülemine riiul (kontuur)	60	0.9	0.7	0.5	75.6	1.32
					kokku:	28.31

Lauafreesi Festool TF 2200-Set tootlikkuse ja ajakulu arvutamine

Lauafreesi tootlikkuse arvutamisel on kasutatud universaalfreeside tootlikkuse valemit, kus L – detaili pikkus. Kuna lauafreesi kasutatakse kõikide servade pehmendamiseks, on detaili pikkuseks märgitud kogu detaili töödeldavate servade pikkuste summa. Lauafreesi tootlikkus ja ajakulu on toodud tabelis 3.30.

Tabel 3.30. Lauafreesi tootlikkus ja ajakulu

Detail	T	u	k_t	k_m	L	A	A_p
Pealmine plaat	60	10	0.92	0.7	3.44	112.33	0.89
Alumine plaat	60	10	0.92	0.7	3.32	116.39	0.86
Vasak külg	60	10	0.92	0.7	3.46	111.68	0.90
Parem külg	60	10	0.92	0.7	3.46	111.68	0.90
Vahesein	60	10	0.92	0.7	3.17	121.89	0.82
Leiva ülemine riiul	60	10	0.92	0.7	1.86	207.74	0.48
Leiva alumine riiul	60	10	0.92	0.7	1.86	207.74	0.48
Kapi ülemine riiul	60	10	0.92	0.7	1.98	195.15	0.51
Kapi alumine riiul	60	10	0.92	0.7	1.98	195.15	0.51
Tagumine külg	60	10	0.92	0.7	4.99	77.43	1.29
Vasak ülemine riiul	60	10	0.92	0.7	1.79	215.87	0.46
Ukseraami parem liist	60	10	0.92	0.7	1.24	310.61	0.32
Ukseraami vasak liist	60	10	0.92	0.7	1.24	310.61	0.32
Ukseraami ülemine liist	60	10	0.92	0.7	1.06	365.91	0.27
Ukseraami alumine liist	60	10	0.92	0.7	1.06	363.84	0.27
Ukseliist	60	10	0.92	0.7	1.06	365.22	11.50
Tamburukseliist	60	10	0.92	0.7	1.31	294.06	12.24
Tamburukse avaga liist	60	10	0.92	0.7	1.31	294.06	0.34
Vardaliist	60	10	0.92	0.7	0.84	458.91	0.44
kokku:						33.81	

Vertikaalpuurpingi MAXION UNIMAX 3 TAP tootlikkuse ja ajakulu arvutamine

Vertikaalpuurpingi tootlikkus on arvutatud tabelis 3.20. toodud valemi järgi. Vertikaalpuurpingi tootlikkus ja ajakulu on toodud tabelis 3.31.

Tabel 3.31. Vertikaalpuurpingi tootlikkus ja ajakulu

Detail	T	u	k _t	k _m	t	H	z	A	A _p
Tamburukse avaga liist	60	2	0.93	0.6	0.0625	125	1	535.68	0.19
Vardaliist	60	2	0.93	0.6	0.0625	125	3	178.56	1.12
								kokku:	1.31

Paljuspindlilise puurpingi SCM GROUP startech 27 tootlikkuse ja ajakulu arvutamine

Paljuspindlilise puurpingi tootlikkus ja ajakulu arvutatakse tabelis 3.20. toodud valemi järgi. Kuna masinal on erinev seadistus välisküljele puuritavate aukude ja on otspinnale puuritavate aukude korral, on mõlemad operatsioonid tabelis 3.32. eraldi arvestatud.

Tabel 3.32. Paljuspindlilise puurpingi tootlikkus ja ajakulu

Detail	T	u	k _t	k _m	t	H	z	A	A _p
Pealmine paat	60	2	0.9	0.5	0.0315	63	12	71.43	1.40
Alumine plaat	60	2	0.9	0.5	0.0315	63	4	214.29	0.47
Alumine plaat (otspinnale)	60	2	0.9	0.5	0.0315	63	8	107.14	0.93
Vasak külg	60	2	0.9	0.5	0.0315	63	13	65.93	1.52
Vasak külg (otspinnale)	60	2	0.9	0.5	0.0315	63	4	214.29	0.47
Parem külg	60	2	0.9	0.5	0.0315	63	10	85.71	1.17
Parem külg (otspinnale)	60	2	0.9	0.5	0.0315	63	4	214.29	0.47
Vahesein	60	2	0.9	0.5	0.0315	63	15	57.14	1.75
Vahesein (otspinnale)	60	2	0.9	0.5	0.0315	63	8	107.14	0.93
Leiva ülemine riiul (otspinnale)	60	2	0.9	0.5	0.0315	63	6	142.86	0.70
Leiva alumine riiul (otspinnale)	60	2	0.9	0.5	0.0315	63	6	142.86	0.70
Kapi ülemine riiul (otspinnale)	60	2	0.9	0.5	0.0315	63	6	142.86	0.70
Kapi alumine riiul (otspinnale)	60	2	0.9	0.5	0.0315	63	6	142.86	0.70
Vasak ülemine riiul (otspinnale)	60	2	0.9	0.5	0.0315	63	6	142.86	0.70
Ukseraami parem liist	60	2	0.9	0.5	0.0315	63	2	428.57	0.23
Ukseraami vasak liist	60	2	0.9	0.5	0.0315	63	2	428.57	0.23
Ukseraami ülemine liist	60	2	0.9	0.5	0.0315	63	2	428.57	0.23
Ukseraami alumine liist	60	2	0.9	0.5	0.0315	63	2	428.57	0.23
								kokku:	13.53

Raampressi STROMAB SPECIAL tootlikkuse ja ajakulu arvutamine

Raampressi tootlikkus arvutatakse tabelis 3.20. toodud valemi järgi. Pressi töötsükli kestuse $[t_o]$ saamiseks liidetakse kokku pressi laadimisaeg, pressiplaatide kokkusurumisaeg ja väljalaadimise aeg (kokku 10 min) pressiplaatide kokkusurumisaajaga (20 min). Tootlikkus ja ajakulu arvutatakse tabelis 3.33.

Tabel 3.33. Raampressi tootlikkus ja ajakulu

Detail	T	k_t	n	z	t_o	A	A_p
Liimkilp I	60	0.9	1	1	30	1.8	27.78
Liimkilp II	60	0.9	1	1	30	1.8	13.89
Liimkilp III	60	0.9	1	1	30	1.8	13.89
Liimkilp IV	60	0.9	1	1	30	1.8	13.89
Liimkilp V	60	0.9	1	1	30	1.8	13.89
Liimkilp VI	60	0.9	1	1	30	1.8	13.89
Liimkilp VII	60	0.9	1	1	30	1.8	2.22
Liimkilp VIII	60	0.9	1	1	30	1.8	5.56
						Kokku:	105.00

3.4. Materjalikulu arvutused

3.4.1. Toormaterjali kulu

Detailide väljatuleku arvutamiseks on vaja teada toormaterjali mahtu ning valmisdetailide mahtu ning need omavahel jagada. Toormaterjali maht arvutatakse tabelis 3.34. Kuna vineer ja täispuit on erinevad materjalid, siis on lisaks kogu mahule toodud eraldi välja ka puidu ja vineeri maht.

Tabel 3.34. Toormaterjali maht

Toormaterjali liik	1 laua maht [m ³]	Laudade arv	Laudade maht
Toormaterjal 1	0.042	21	0.882
Toormaterjal 2	0.042	11	0.462
Toormaterjal 3	0.042	11	0.462
Toormaterjal 4	0.042	11	0.462
Toormaterjal 5	0.042	12	0.504
Toormaterjal 6	0.042	10	0.42
Toormaterjal 7	0.042	2	0.084
Toormaterjal 8	0.042	4	0.168
Tamburukse toormaterjal	0.01716	23	0.39468
Ukseliistu toormaterjal	0.01716	19	0.32604
Vardaliistu toormaterjal	0.01716	1	0.01716
Vineeri toormaterjal	0.03311	6	0.19866
		Täispuut kokku	4.18188
		Vineer kokku	0.19866
		Toormaterjali maht kokku	4.38054

Detailide maht arvutatakse tabelis 3.35.

Tabel 3.35. Detailide maht

Leivakapi detailid	1 detaili maht	Detaili kogus seerias [tk]	Detailide maht seerias
Pealmine kül	0.0019	100	0.194
Alumine kül	0.0018	100	0.185
Vasak kül	0.0020	100	0.195
Parem kül	0.0020	100	0.195
Vahesein	0.0017	100	0.175

Leivakapi detailid	1 detaili maht	Detaili kogus seerias [tk]	Detailide maht seerias
Vasak ülemine riiul	0.0007	100	0.066
Leiva ülemine riiul	0.0007	100	0.068
Leiva alumine riiul	0.0007	100	0.068
Ülemine riiul	0.0008	100	0.081
Alumine riiul	0.0008	100	0.081
Ukse raami ülemine liist	0.0001	100	0.011
Ukse raami alumine liist	0.0001	100	0.011
Ukse raami vasak liist	0.0003	100	0.027
Ukse raami parem liist	0.0003	100	0.027
Ukseliist	0.00002	4200	0.096
Tamburukse liist	0.00003	3700	0.121
Vardaliist	0.00002	200	0.004
Tagumine külg	0.0016	100	0.155
		Täispuidust detailide maht seerias	1.602
		Vineerist detailide maht seerias	0.155
		Detailide maht kokku	1.757

Detailide väljatulek toormaterjalist arvutatakse tabelis 3.36. Täispuidu väljatuleku arvutamiseks jagati täispuidust detailide maht täispuidu mahuga; vineeri väljatulek arvutati vineerist detailide mahu jagamisel kasutatava vineeri mahuga seerias. Kogu toormaterjali väljatulek saadi jagades kõikide seeria detailide maht seeria toormaterjali mahuga.

Tabel 3.36. Detailide väljatulek toormaterjalist

Mahu liik	Maht [m ³]
Täispuit seerias	4.182
Vineer seerias	0.199
Toormaterjal seerias	4.381
Täispuidust detailid seerias	1.602
Vineerist detailid seerias	0.155
Detailid seerias	1.757

Väljatuleku liik	Väljatulek [%]
Täispuidu väljatulek [%]	38.307
Vineeri väljatulek [%]	78.129
Kogu toormaterjali väljatulek [%]	40.113

3.4.2. Liimikulu

Moment PVA liimi kulub kolme operatsiooni teostamiseks: liimkilpide liimitamine, tamburukse liistude liimimine lõuendiriidele ning leivakapi montaaž. Järgnevates tabelites 3.37., 3.38. ja 3.39. on arvatud liimikulu liimkilpide koostamisele ning leivakapi monteerimisele. Lamellide liimitamisel ja tamburukse koostamisel on liimikulu 150 g/m² ning monteerimisel on liimikulu 450 g/m². Montaaži suurem liimikulu on tingitud tüübliavade sügavusest ning tüüblite karedusest.

Tabel 3.37. Liimi kulu liimkilpide valmistamiseks

Liimkilbi nr	Liimkilpide arv seerias	Liimitava pinna pindala [m ²]
1	50	12.267
2	25	6.089
3	25	5.819
4	25	5.639
5	25	6.370
6	25	5.096
7	4	0.863
8	10	1.986
	Liimkilpide liimitav pind kokku [m ²]	44.127

Tabel 3.38. Liimi kulu monteerimisel

Tüübel	Tüübli pindala [m ²]	Tüüblite arv seerias [tk]	Liimitav pindala seerias [m ²]
8×30	0.0008541	5400	4.612032
6×30	0.0006217	400	0.248688
Monteerimisel liimitav pind kokku			4.86072

Tabel 3.39. Liimi kulu tamburukse koostamisel

Pindala liik	Pindala [m ²]
Tamburukse pindala	0.1519
Tamburuste pindalad kokku	15.19

Kogu seeriale kuluv liimikulu arvutatakse tabelis 3.40.

Tabel 3.40. Leivakapi seeria liimikulu

Liimitav pind	Liimitava pinna pindala [m ²]	liimi kulu 1 ruutmeetrile [g/m ²]	Liimi kulu kogu pinnale [g/m ²]
Liimkilbid	44.12746	150	6619
Montaaž	4.86072	450	2187
Tamburuks	15.1996	150	2280
		Liimi kulu kokku [g]	11086

3.4.3. Furnituuri ja muu materjali kulu

Leivakapp valmistati kasutades minimaalselt furnituuri. Valitud furnituur on valitud võimalikult sarnase välimusega ning tekstuuriga. Tabelis 3.41. on toodud kogu kasutatud furnituur.

Tabel 3.41. Seeria tootmisel kasutatav furnituur ja kinnitusseadmed

Furnituuri element	Kogus tootes [tk]	Kogus seerias [tk]
Latthing koos kinnituskruvidega	1	100
Käepide	2	200
Metallvardad	3	300
Puidukruvi 3×20 mm	14	1400
Puidukruvi 3×30 mm	4	400
Viilungsoone täiteribad	2	200
Lõuendiriie	1	100
Tüüblid 8×30 mm	54	5400
Tüüblid 6×30 mm	4	400

Kuna kapi monteerimisel kasutatakse peamiselt tüübelseotiseid, on muude kinnituselementide kasutus leivakapis minimaalne. 3×20 mm suuruseid puidukruve kasutatakse tagumise külje kinnitamisel ning 3×30 mm puidukruve kasutatakse vardaliistude kinnitamiseks külgedele.

KOKKUVÕTE

Lõputöö sissejuhatuses püstitati eesmärk disainida ning projekteerida leivakapp, mis on mõeldud kasutama ruumi optimaalselt ning oleks ideaalne kasutamiseks väikestes eluruumides. Sellel eesmärgil oli mitu tahku.

Esiteks uuriti paralleelset ruumipuuduse näidet minevikust ning selle lahendamiseks ette võetud ühiskondlikke samme. Teiseks uuriti disaini kasulikkust ja toodete disainimise vajadust muuta need kasutajasõbralikumaks ning optimaalsemaks inimesele. Kolmandaks tahuks oli töö praktiline osa, mis hõlmas jooniste tegemist, tehnoloogiliste protsesside koostamist ning vajalike arvutuste, tootlikkuse, ajakulu ja materjalikulu tegemist.

Kui vaadata nende eesmärkide püstitamist ning võrrelda neid töö sisulise osaga, siis võib väita, et eesmärgid said täidetud. 19. sajandi Inglismaal ei saavutatud *Arts and Crafts Movement* oma eesmärki tavakodaniku elamu sisustus paremaks ja kvaliteetsemaks muuta, kuid lõputöös lahendus siiski leiti. Leivakapi sobilikuks tegemine seeriatootmisele on lahenduseks toote sihtgrupile avamisele. Samuti leiti disainilahendus, mis rahuldab nii kliendi soovid kui vastab ka tootja võimalustele seda leivakappi toota. Toote disainimise puhul pöörati tähelepanu modernse disaini printsiipidele ning võib öelda, et leivakapp vastab nendele nõuetele, olles seega demokraatlikult disainitud. Tootmisprotsessid, mis moodustavad töö mahukama osa, hõlmasid eelkõige puitmaterjali töötlemise etappe. Need etapid kirjeldati põhjalikult, luues jooniste- ja tabelitega ettekujutuse toormaterjali esmatöötlemisest kuni valmisproduktini. Võimalikult suur osa töös toodud materjali varudest on standardsed ning samuti on kasutatud ette nähtud masinate tootlikkuse ning ajakulu standardväärtusi.

Tulevikus võib pöörata rohkem tähelepanu ruumipuuduse probleemile ning arendada disaini suunaga selle aktuaalse probleemi lahendamiseks.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. (1997) An Encyclopedia of Furniture. Grange Books.
2. **Kodres, K.** (2001). Ilus maja, kaunis ruum. Tallinn: Prisma Prindi Kirjastus. 343 lk.
3. **Norman, D.A.** (1990). The Design of Everyday Things. Doubleday. 257 lk.
4. **Fiell, C., Fiell, P.** (2003). Scandinavian Design. Taschen. 704 lk.
5. **Conran, T.** (2003). Kodukujunduse põhitõed. Varrak. 272 lk.
6. **Pikk, J.** (1998). Puidutöötlemine I, Tartu. 178 lk.
7. **Pikk, J.** (2001). Puidutöötlemine II, Tartu. 163 lk.
8. [veebileht] SCM GROUP https://www.scmgroup.com/ar_JO/scmwood/products/joinerymachines.c884/radial-saws.7916/minimax-sr-900---sr-750---sr-650.61046
(15.05.2019)
9. [veebileht] SCM GROUP https://www.scmgroup.com/en_US/scmwood/products/joinery_machines.c884/planer-thicknessers-jointer-planers.893/minimax-fs-41es.652
(15.05.2019)
10. [veebileht] SCM GROUP https://www.scmgroup.com/en_US/scmwood/products/joinery_machines.c884/thicknessers-planers.973/l-invincibile-s-7.784 (15.05.2019)
11. [veebileht] SCM GROUP https://www.scmgroup.com/en/scmwood/products/joinery_machines.c884/sliding-table-saws.896/l-invincibile-si-5.779 (15.05.2019)
12. [veebileht] SCM GROUP https://www.scmgroup.com/en_US/scmwood/products/joinery_machines.c884/spindle-moulders-shapers.898/l-invincibile-ti-7.781 (15.05.2019)
13. [veebileht] SCM GROUP https://www.scmgroup.com/en_US/scmwood/products/joinery-

machines.c884/vertical-router.889/minimax-router.61039 (15.05.2019)

14. [veebileht] Festool <http://festool.ee/kataloog/pool-statsionaarne-too/vahetatavate-moodulite-susteem-cms/lauafrees-tf-2200/festool-staliniis-frezavimo-irankis-tf-2200-set> (15.05.2019)
15. [veebileht] SCM GROUP https://www.scmgroup.com/en_US/scmwood/products/wide-belt-sanders.c869/automatic-wide-belt-sanders.870/dmc-sd-90.816 (15.05.2019)
16. [veebileht] SCM GROUP https://www.scmgroup.com/en_US/scmwood/products/joinery-machines.c884/sanders.890/minimax-u-150.61035 (15.05.2019)
17. [veebileht] SCM GROUP <https://www.scmgroup.com/en/scmwood/products/joinery-machines.c884/semi-automatic-boring-machines.888/startech.614> (15.05.2019)
18. [veebileht] MAXION <http://maxion.de/en/products/column-drilling-machines/unimax-3-tap.html> (15.05.2019)
19. [veebileht] STROMAB <https://www.stromab.com/upload/product/file/sth-or-a-special-HYIR.EN.pdf> (15.05.2019)
20. [veebileht] STROMAB <https://www.stromab.com/en/product/clamping-machines-for-doors-and-windows/special-en> (15.05.2019)

LISAD

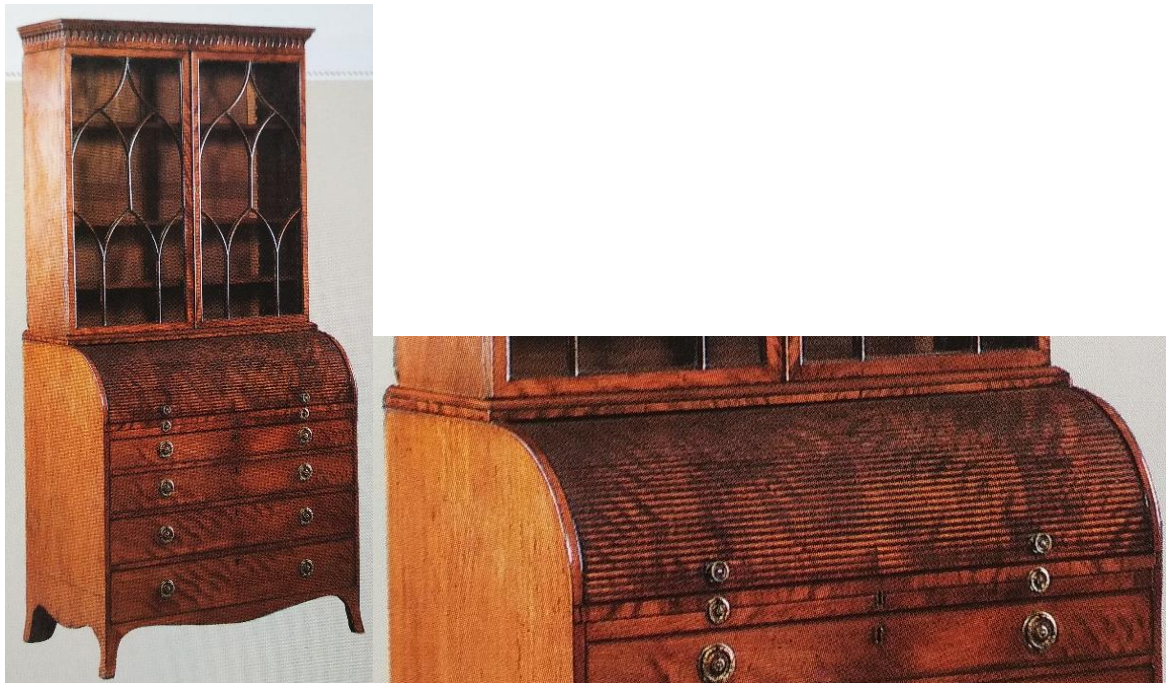
Lisa 1. Tamburuksega Aadama stiilis kirjutuslaud

Laud aastast 1770. [1: 200]



Lisa 2. George III stiilis tamburuksega mahagonist kirjutuslaud

Laud koos raamaturiiuli sektsiooniga 18. sajandi lõpust. [1: 200]



Lisa 3. Tamburuksega Ameerika riiklik kirjutuslaud

Laud aastast 1805. [1: 274]



Lisa 4. Järkamissaag



[8]

Ettevõtte	SCM GROUP
Mudel	formula sr 650
Saeketta mõõdud	350...400
Saeketta kaldenurk	-45°...+45°
Suurim lõikesügavus 90°/45°	120/83
Suurim lõikepikkus	640 × 20 mm
Mootori võimsus	3 kW / 60 Hz

Lisa 5. Rihthöövelpink



[9]

Ettevõte	SCM GROUP
Mudel	minimax fs 41 es
Tööala laius	410 [mm]
Noavõlli diameeter / nugade arv	95/4 [mm / tk]
Nugade mõõdud	410 × 30 × 3 [mm]
Maksimum pinnaeemaldus	5 [mm]
Tööala kogupikkus	2200 [mm]
Esitöölaua mõõdud	410 × 775 [mm]
Eendekiirus	6/12 [m/min]
Vähim/suurim paksuse mõõt töötlemiseks	3...240 [mm]

Lisa 6. Paksushöövelpink



[10]

Ettevõtte	SCM GROUP
Mudel	L'invincibile s 7
Töölaua mõõdud	640 × 1000 [mm]
Töökõrgus	3,5...300 [mm]
Lõikevõlli diameeter	120 [mm]
Mootori võimsus	9 [kW]
Etteandemootori võimsus	1,3 [kW]

Lisa 7. Universaalsaagpink



[11]

Ettevõtte	SCM GROUP
Mudel	L'Invincible SI 5
Maksimaalne lõige ristikiudu	3200 × 3200 [mm]
Maksimaalne lõige pikikiudu	1500 [mm]
Saeketta mootori võimsus	7 [kW]
Lisasaeketta mootori võimsus	1,3 [kW]
Saeketta maksimaalne diameeter	550 [mm]
Saeketta maksimaalne diameeter lisaketta kasutamisel	450 [mm]

Lisa 8. Universaalfreespink



[12]

Ettevõtte	SCM GROUP
Mudel	L'invincibile ti 7
Töölaua mõõdud	1200 × 750 [mm]
Spindli kaldenurk	+/- 45,5°
Spindli kiirus	900...12000 [p/min]

Lisa 9. Kopeerfreespink



[13]

Ettevõtte	SCM GROUP
Mudel	formula router 900
Töölaua mõõdud	960 × 880 [mm]
Kopeersõrme mõõdud	8...10 [mm]
Spindli kiirus	18000 [p/min]
Mootori võimsus	3 [kW]

Lisa 10. Lauafrees



[14]

Ettevõtte	Festool
Mudel	TF 2200-Set
Töölaua mõõdud	585 × 400 [mm]
Pöörete arv	10 000...22 000 [p/min]
Freesi maksimaalne läbimõõt	60 [mm]
Mootori võimsus	2,2 [kW]

Lisa 11. Lailintlhvpink



[15]

Ettevõte	SCM GROUP
Mudel	dmc sd 90
Tööala laius	1350 [mm]
Töödeldav paksus	4...200 [mm]
Lihvlindi mõõtmed	1370 × 2620 [mm]
Mootori võimsus	15 [Kw] VAATA ÜLE
Etteande kiirus	9 [m/min]

Lisa 12. Lihvpink lindi servse paigutusega



[16]

Ettevõtte	SCM GROUP
Mudel	formula u 150
Töölaua mõõdud	1440 × 710 [mm]
Lihvimise kiirus	12/24 [m/s]
Lihvlindi mõõdud	2170 × 150 [mm]
Mootori võimsus	2,7 [kW] / 60 [Hz]

Lisa 13. Paljuspindiline puurpink



[17]

Ettevõtte	SCM GROUP
Mudel	startech 27
Spindlite arv	27 [tk]
Spindlite vahekaugus tsentritest	32 [mm]
Spindlite kiirus	3000 [p/min]
Mootori võimsus	1,5 [kW]
Maksimaalne puuri käik	63 [mm]
Töödeldava detaili paksus	10...60 [mm]
Suruõhu rõhk	6 [bar]

Lisa 14. Vertikaalpuurpink



[18]

Ettevõte	MAXION
Mudel	UNIMAX 3 TAP
Töölaua mõõdud	500 × 365 [mm]
Spindli kiirus	180...3200 [p/min]
Spindli käik	125 [mm]
Mootori võimsus	1.5 [kW]

Lisa 15. Raampress



[19]; [20]

Ettevõtte	STROMAB
Mudel	SPECIAL
Tööala mõõdud	3000 × 2000 [mm]
Vertikaalsete hüdrauliliste silindrite arv	3 [tk]
Horisontaalsete hüdrauliliste silindrite arv	2 [tk]
Silindrite survejõud	2500 [kg]
Hüdraulilise juhtploki võimsus	0,75 [kW]

Lisa 16. Leivakapi eestvaade

Technical drawing of a window frame. The drawing shows a cross-section of the frame with dimensions 645 and 615. Section lines A-A and B-B are indicated. The frame is divided into two main sections, each with horizontal slats. The drawing is labeled with 'A' and 'B' at the bottom corners.

Lisa 17. Leivakapi vasakultvaade

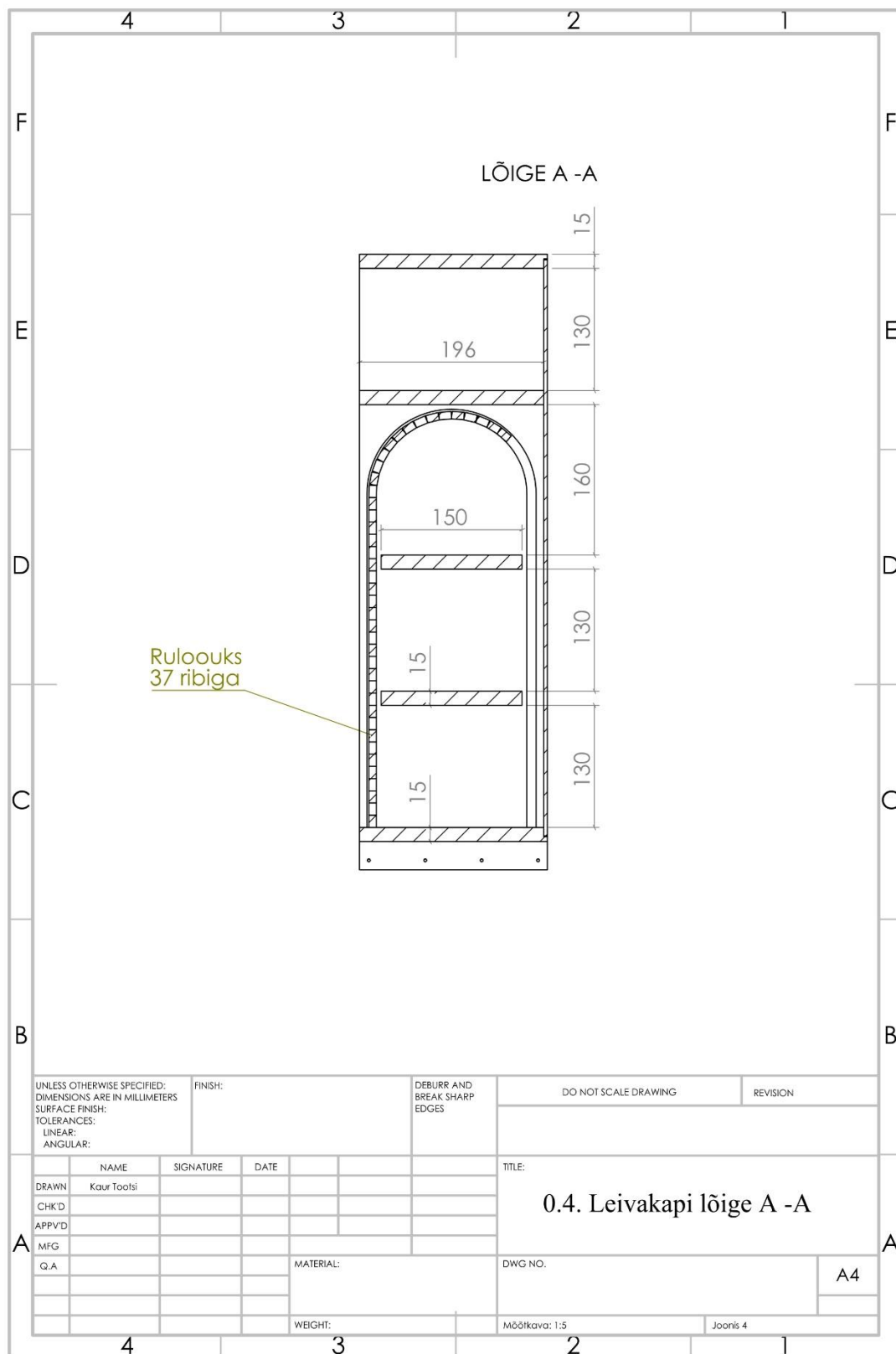
4				3				2				1			
<div style="position: relative; width: 100%; height: 100%;"> <div style="position: absolute; top: 20%; left: 30%; width: 20%; height: 40%; border: 1px solid black;"></div> <div style="position: absolute; top: 25%; left: 35%; width: 15%; height: 10%; border: 1px solid black;"></div> <div style="position: absolute; top: 25%; left: 45%; width: 10%; height: 10%; border: 1px solid black;"></div> </div> <div style="position: absolute; top: 25%; left: 35%; transform: rotate(-90deg);">665</div> <div style="position: absolute; top: 25%; left: 45%;">200</div>															
F				E				D				C			
B				A				B				A			

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:				FINISH:				DEBURR AND BREAK SHARP EDGES				DO NOT SCALE DRAWING				REVISION			
DRAWN		NAME		SIGNATURE		DATE										TITLE: <h2 style="margin: 0;">0.2. Leivakapi vasakultvaade</h2>			
CHK'D																			
APPV'D																			
MFG																			
Q.A																			
MATERIAL:								DWG NO.								A4			
WEIGHT:								Mõõtkava: 1:5											

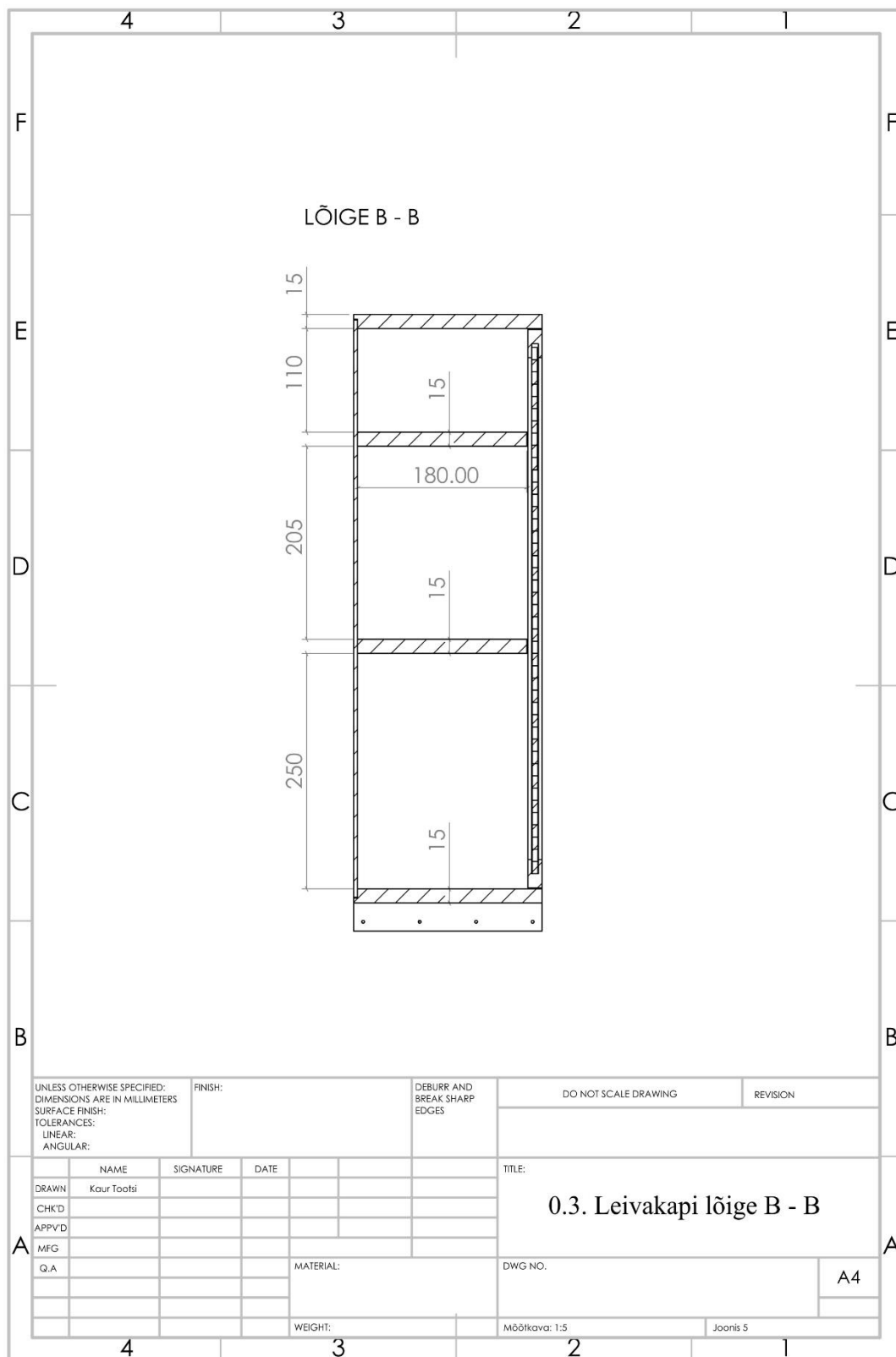
Lisa 18. Leivakapi pealtvaade

4	3	2	1																																														
F			F																																														
E		645	E																																														
D	200		D																																														
C			C																																														
B			B																																														
<small>UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:</small>		<small>FINISH:</small>	<small>DEBURR AND BREAK SHARP EDGES</small>																																														
		<small>DO NOT SCALE DRAWING</small>	<small>REVISION</small>																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 15%;">NAME</th> <th style="width: 15%;">SIGNATURE</th> <th style="width: 15%;">DATE</th> <th style="width: 15%;"></th> <th style="width: 15%;"></th> <th style="width: 15%;"></th> </tr> <tr> <td>DRAWN</td> <td>Kaur Tootsi</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>CHK'D</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>APPV'D</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>MFG</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Q.A</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		NAME	SIGNATURE	DATE				DRAWN	Kaur Tootsi					CHK'D						APPV'D						MFG						Q.A						<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">TITLE:</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center; font-size: 1.2em;">0.3. Leivakapi pealtvaade</td> </tr> <tr> <td style="width: 70%;">DWG NO.</td> <td style="width: 30%; text-align: center;">A4</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Mõõtkava: 1:5</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Joonis 3</td> </tr> </table>		TITLE:		0.3. Leivakapi pealtvaade		DWG NO.	A4	Mõõtkava: 1:5		Joonis 3	
NAME	SIGNATURE	DATE																																															
DRAWN	Kaur Tootsi																																																
CHK'D																																																	
APPV'D																																																	
MFG																																																	
Q.A																																																	
TITLE:																																																	
0.3. Leivakapi pealtvaade																																																	
DWG NO.	A4																																																
Mõõtkava: 1:5																																																	
Joonis 3																																																	
4		3	2																																														
A			A																																														

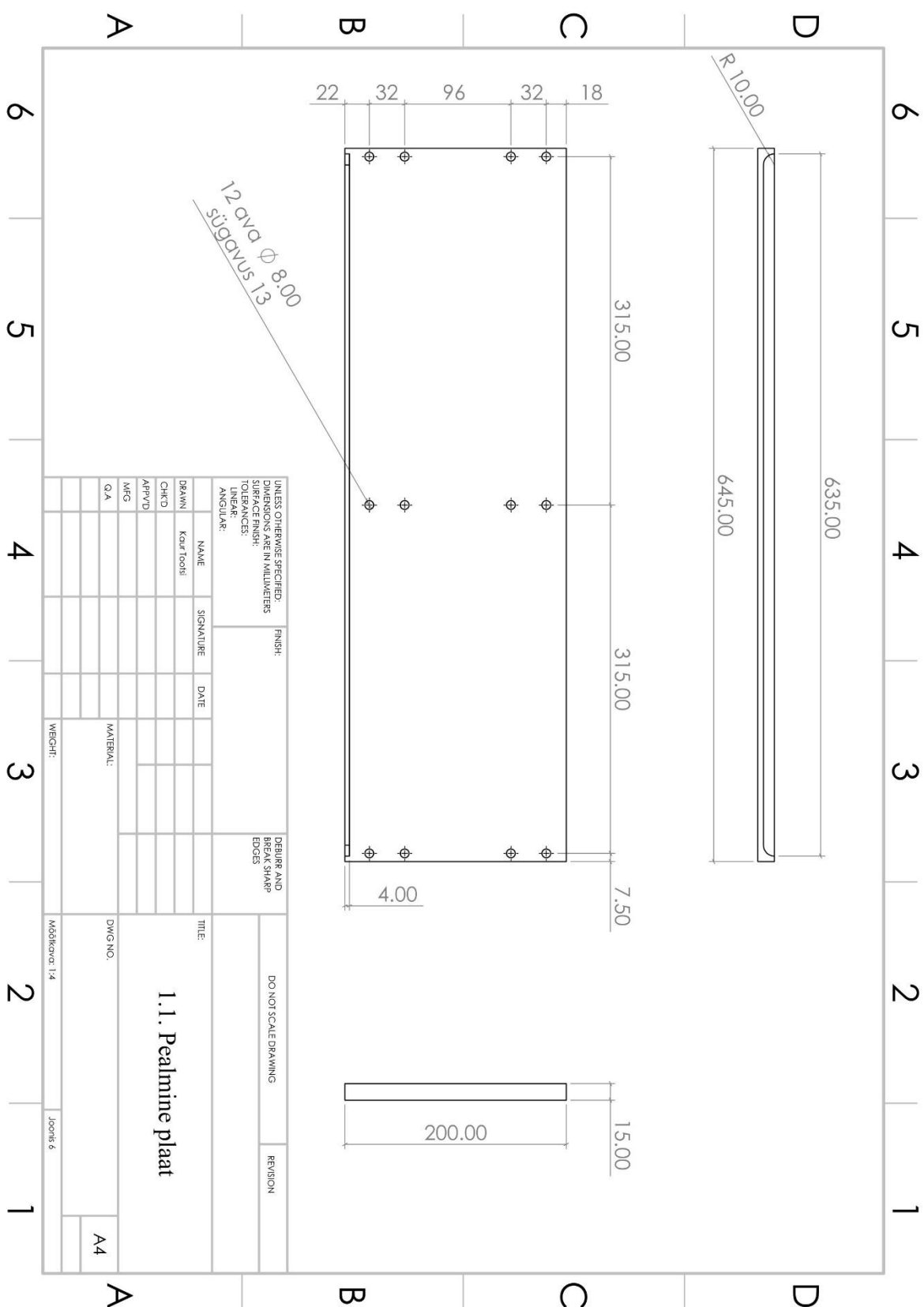
Lisa 19. Lõige A - A



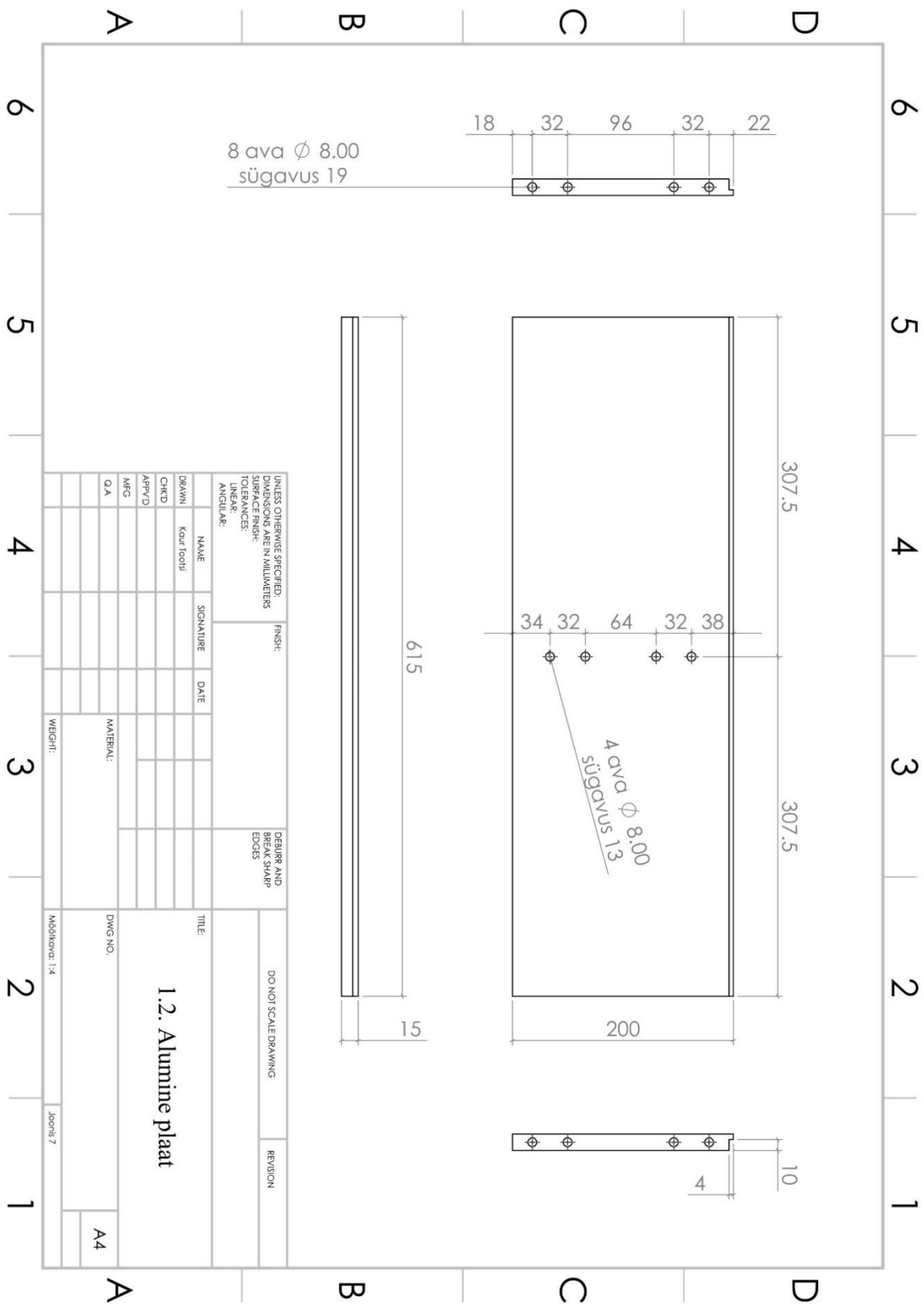
Lisa 20. Lõige B - B



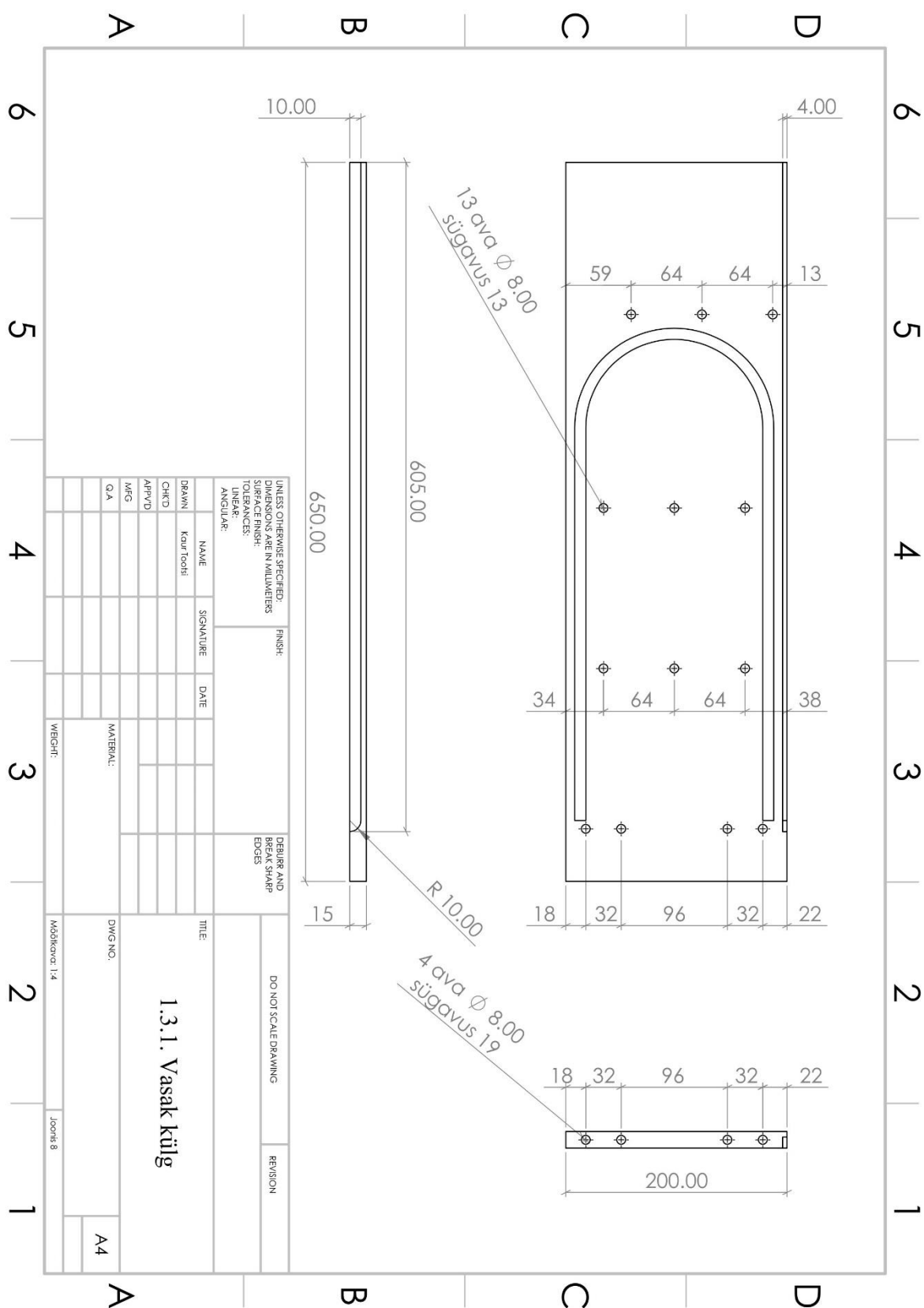
Lisa 21. Pealmine plaat



Lisa 22. Alumine plaat

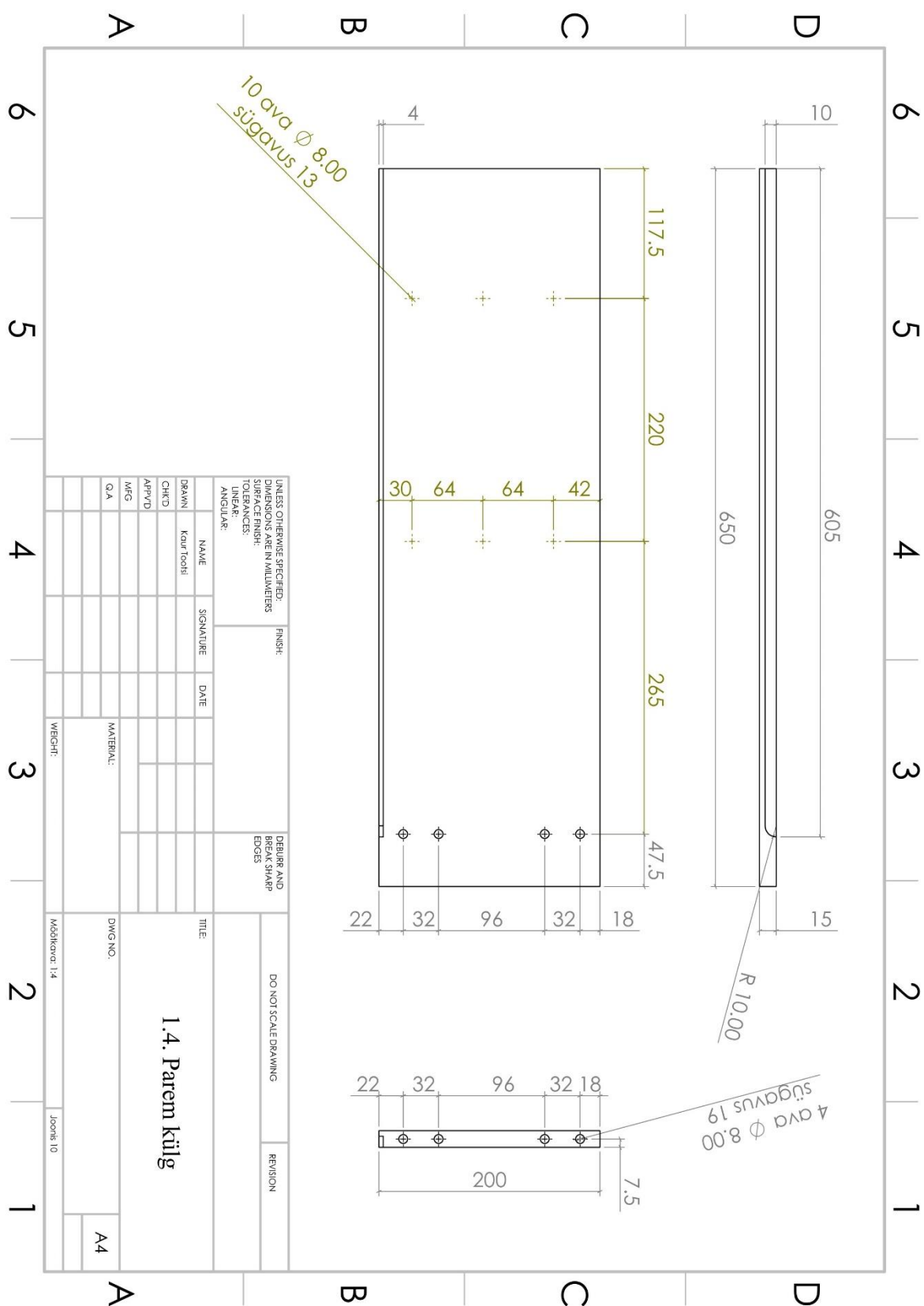


Lisa 23. Vasak külg

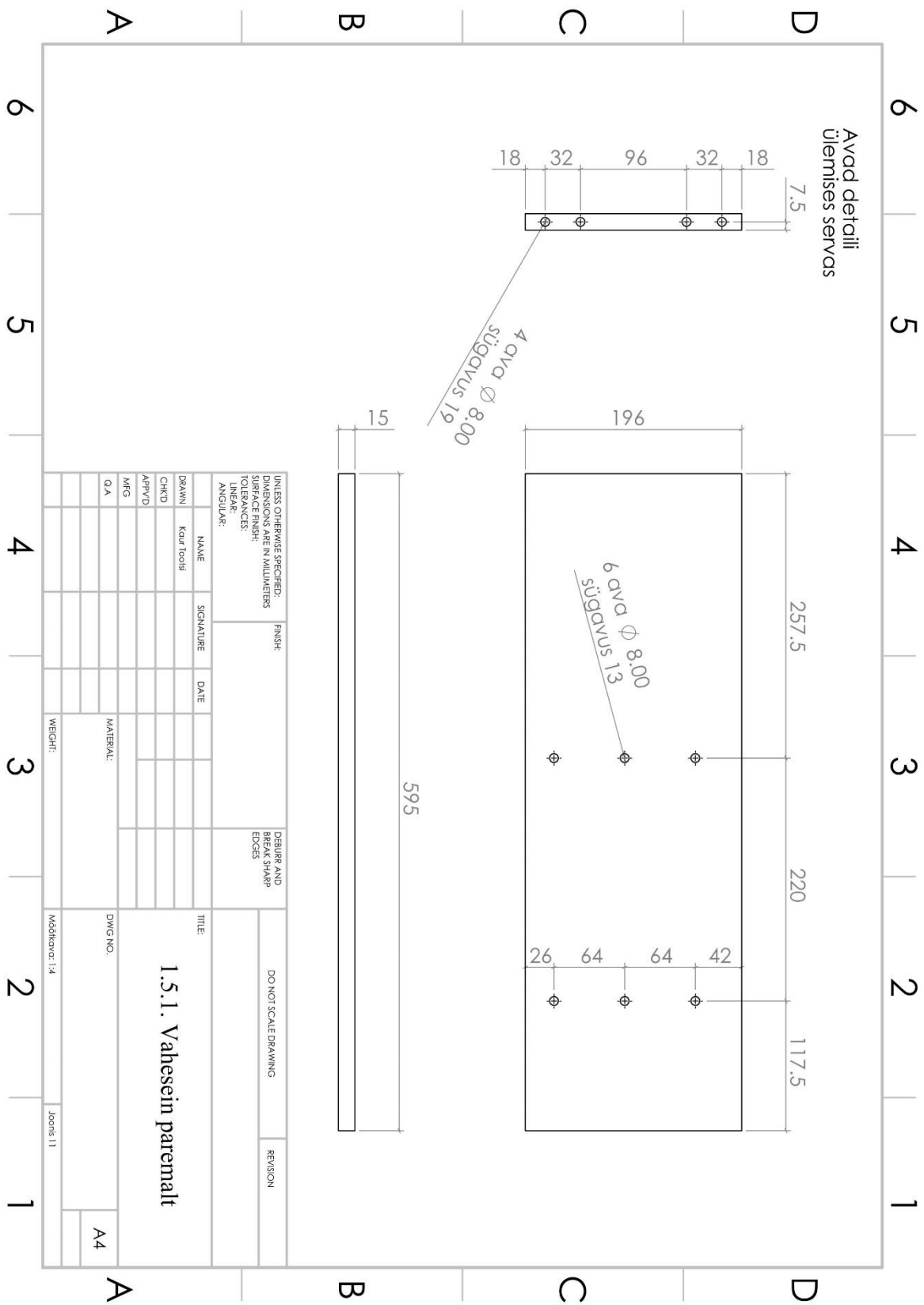


Technical drawing of a rectangular plate with a semi-circular end. The drawing includes dimensions: total length 355, semi-circular end radius 90, straight section length 55, and thickness 12. It shows 12 holes: 3 along the semi-circular arc (labeled Ø180 and Ø160) and 9 in the straight section (3x3 grid). A note indicates 'Soone laius 10, sügavus 8' (Rough width 10, depth 8). The drawing is labeled '1.3.2. Vasaku külje soon' (Left side groove).

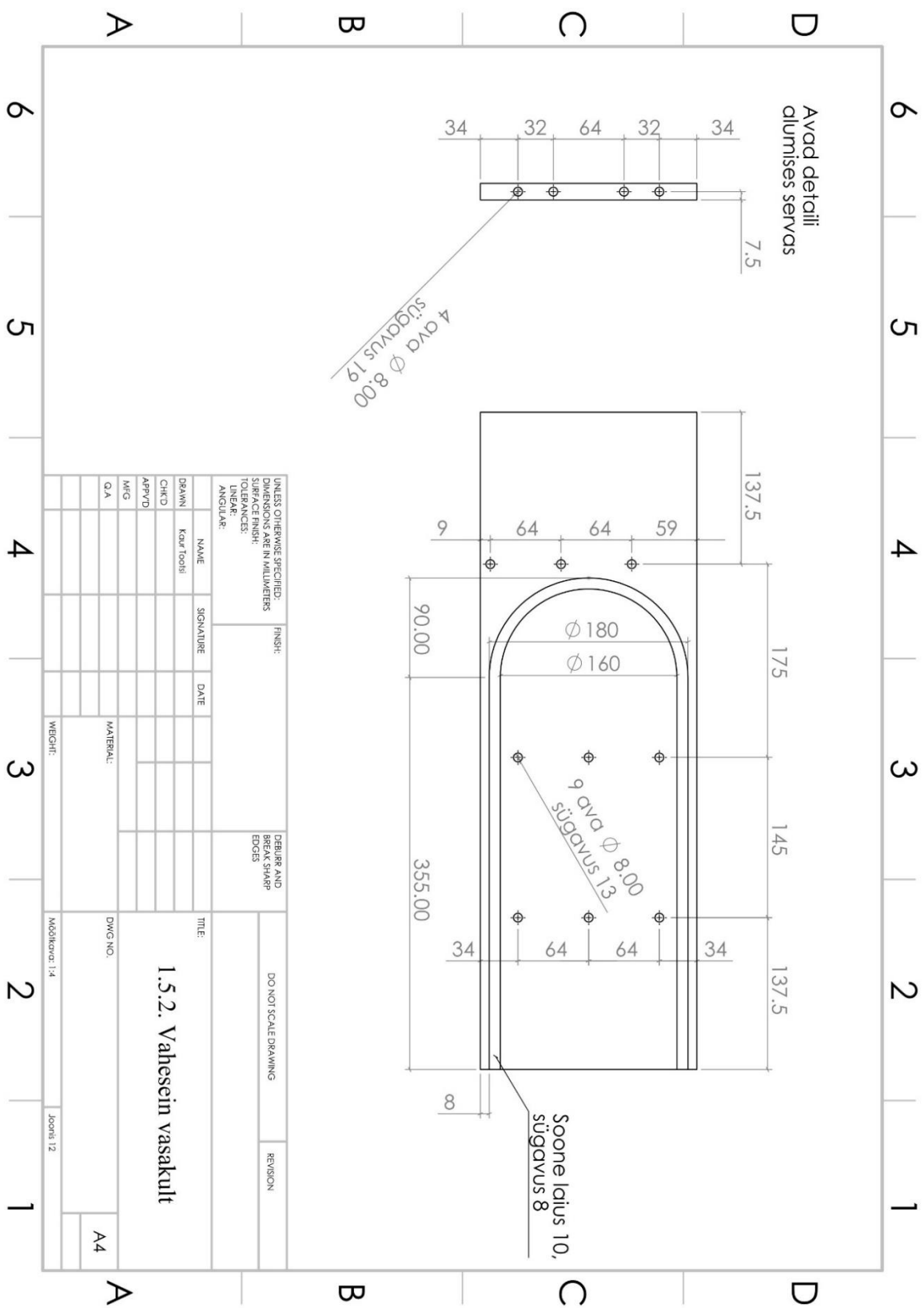
Lisa 25. Parem külg



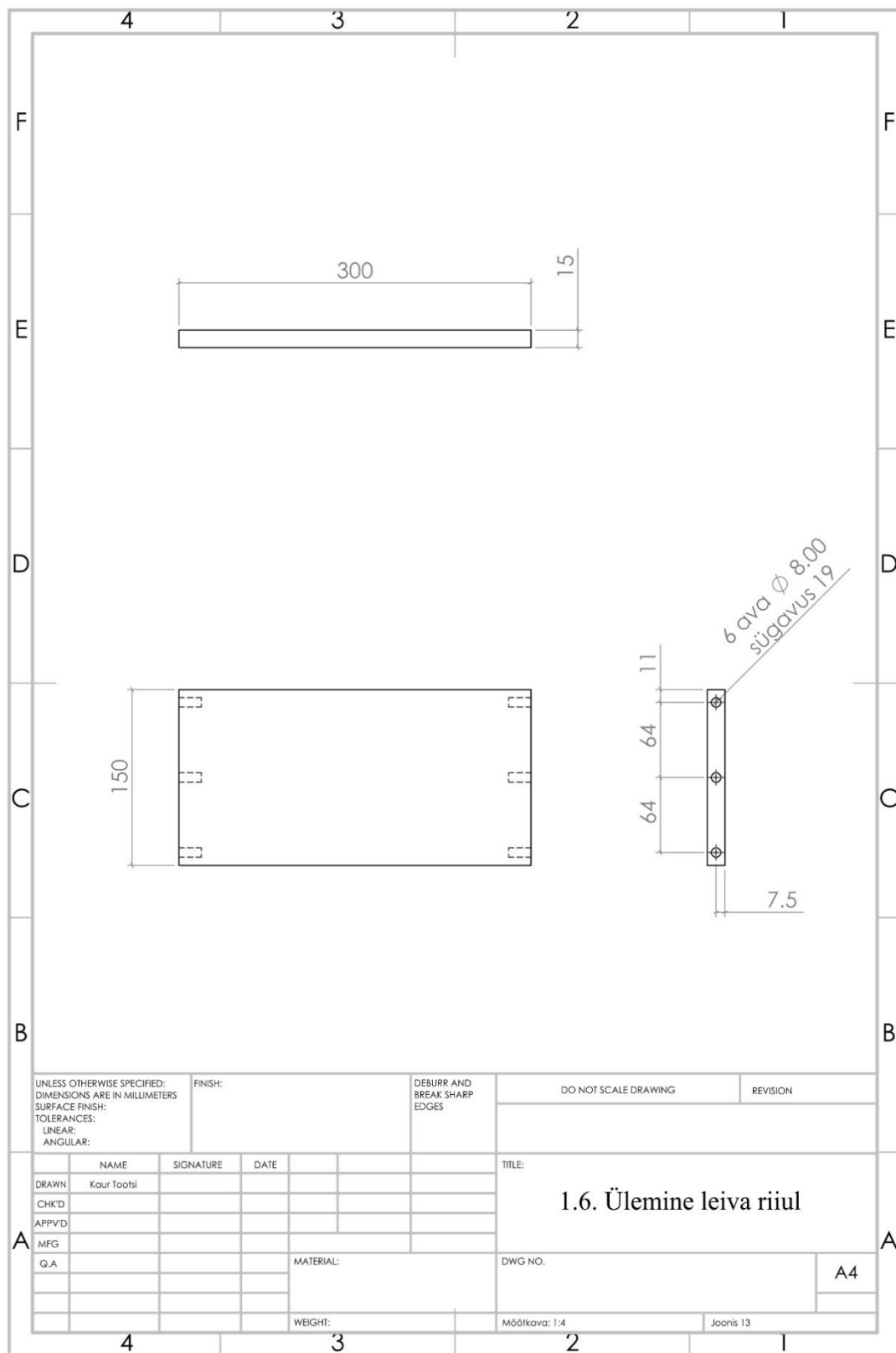
Lisa 26. Vahesein paremalt



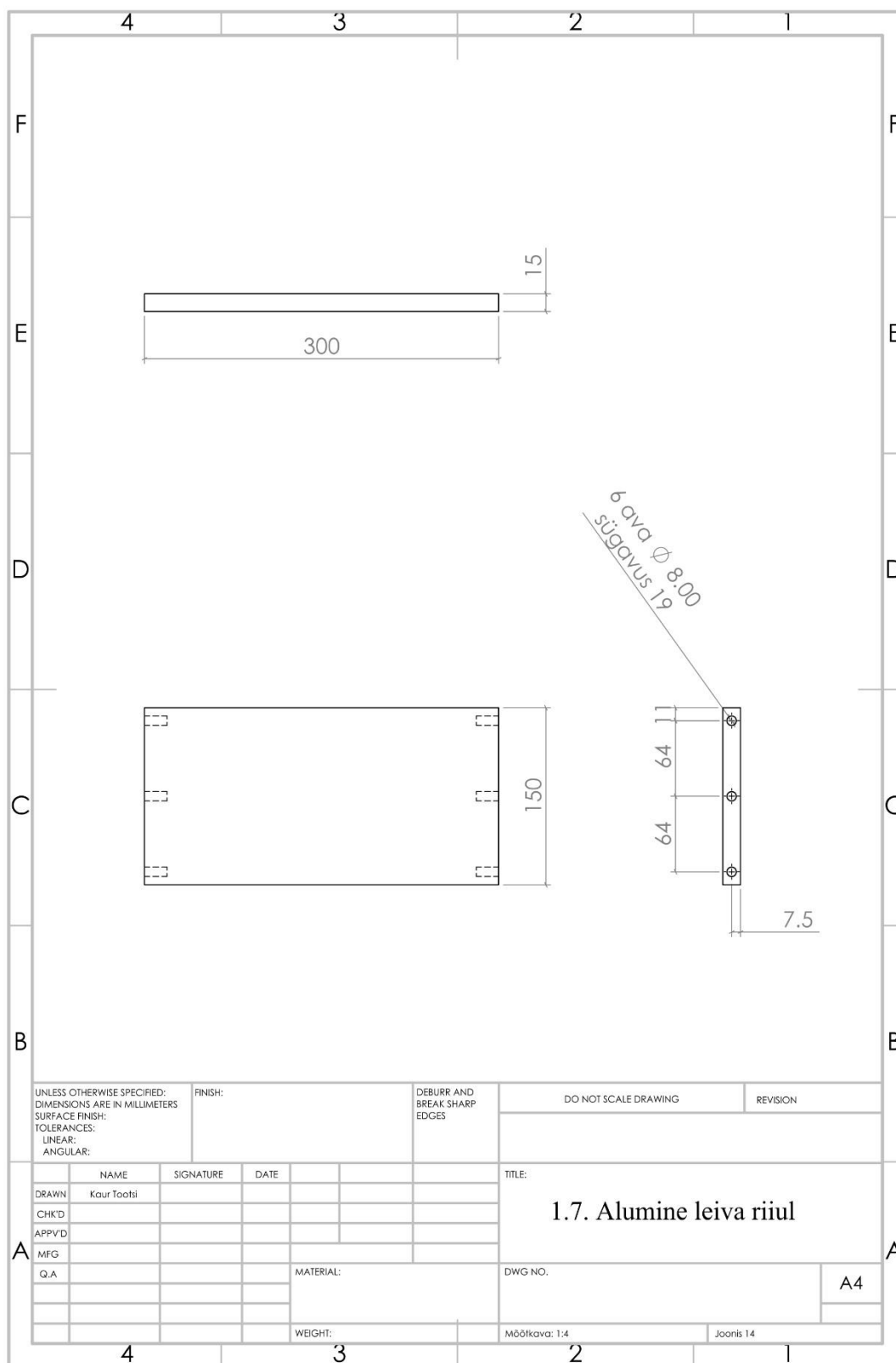
Lisa 27. Vahesein vasakult



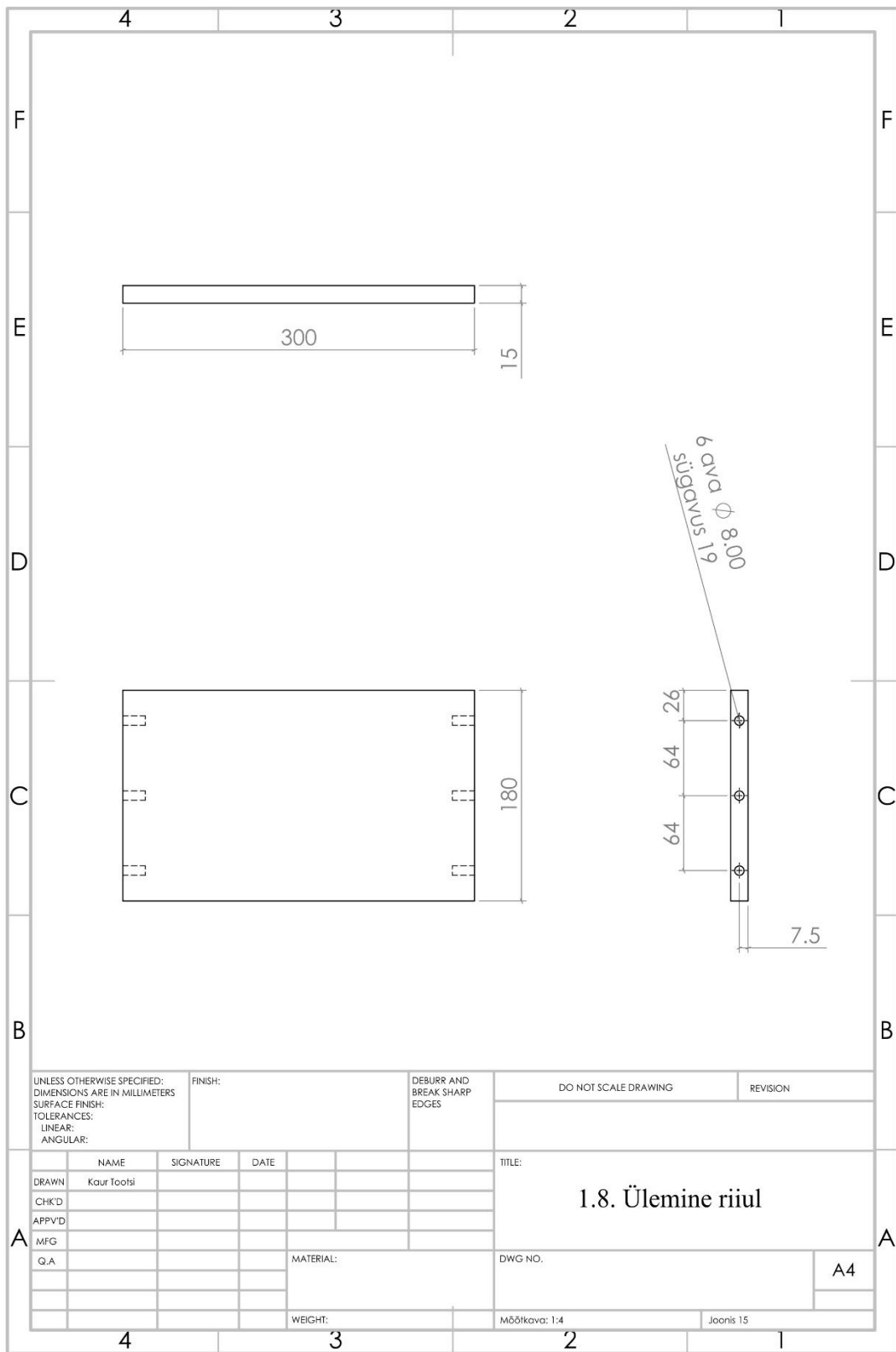
Lisa 28. Ülemine leiva riul



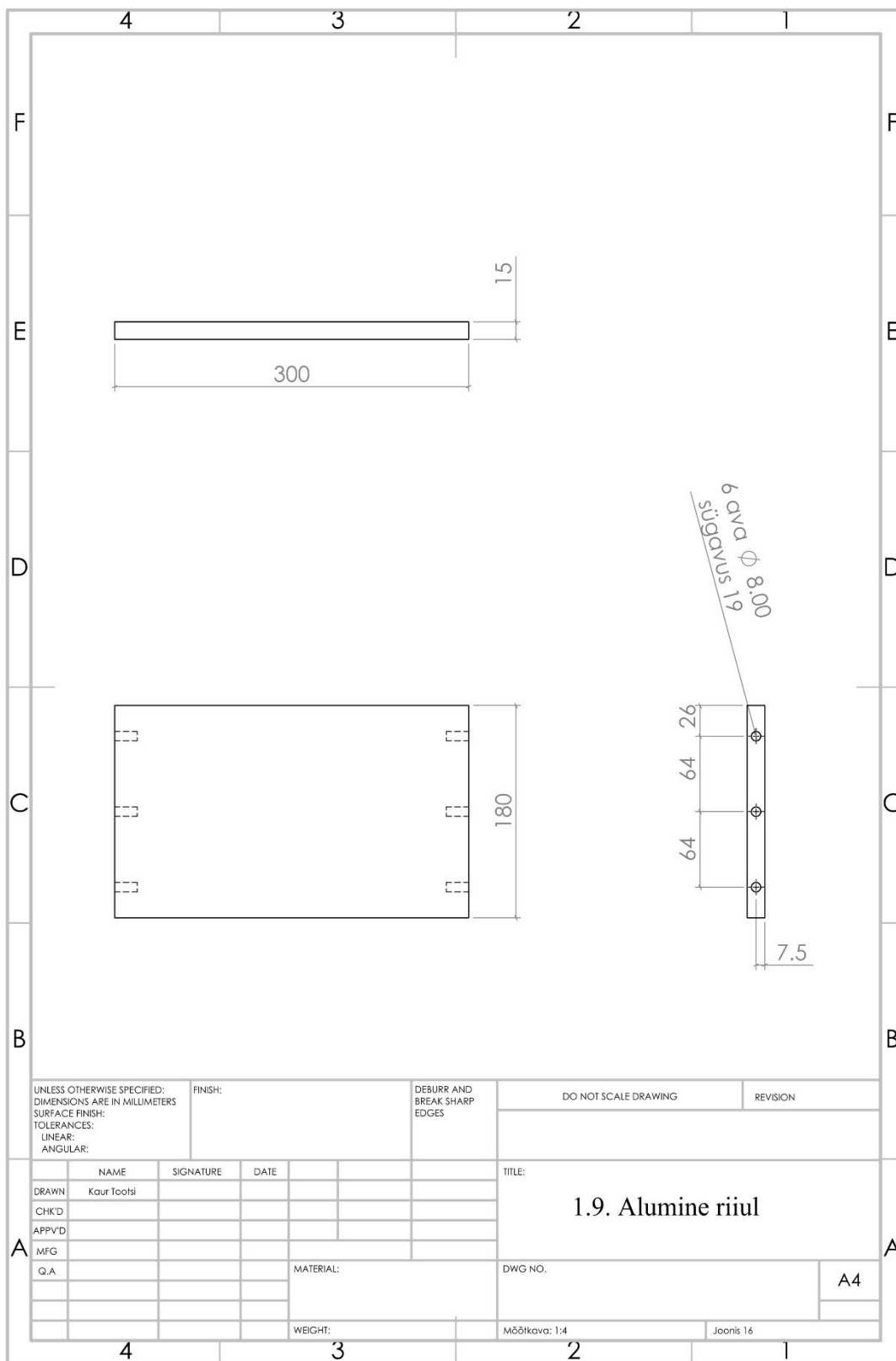
Lisa 29. Alumine leiva riiul



Lisa 30. Ülemine riül



Lisa 31. Alumine riidul



Lisa 32. Tagumine külg

4	3	2	1
F			F
			4
E			E
		633	
D			D
	613		
C			C
B			B
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:		FINISH:	DEBURR AND BREAK SHARP EDGES
		DO NOT SCALE DRAWING	REVISION
DRAWN	NAME	SIGNATURE	DATE
CHK'D	Kaur Tootsi		
APPV'D			
MFG			
Q.A			
		MATERIAL:	DWG NO.
			A4
		WEIGHT:	Mõõtkava: 1:5
			Joonis 17
4	3	2	1

A

A

B

B

C

C

D

D

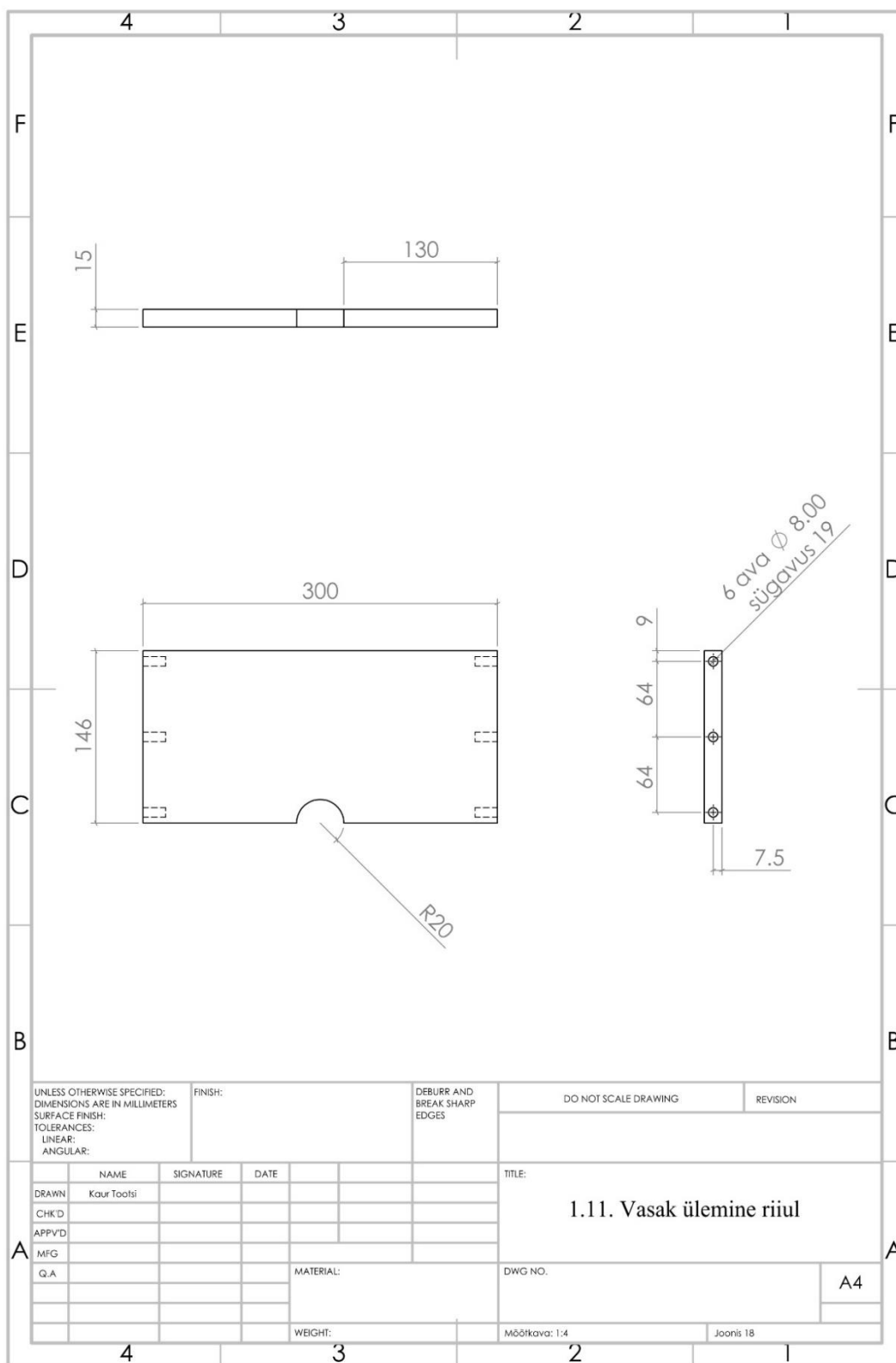
E

E

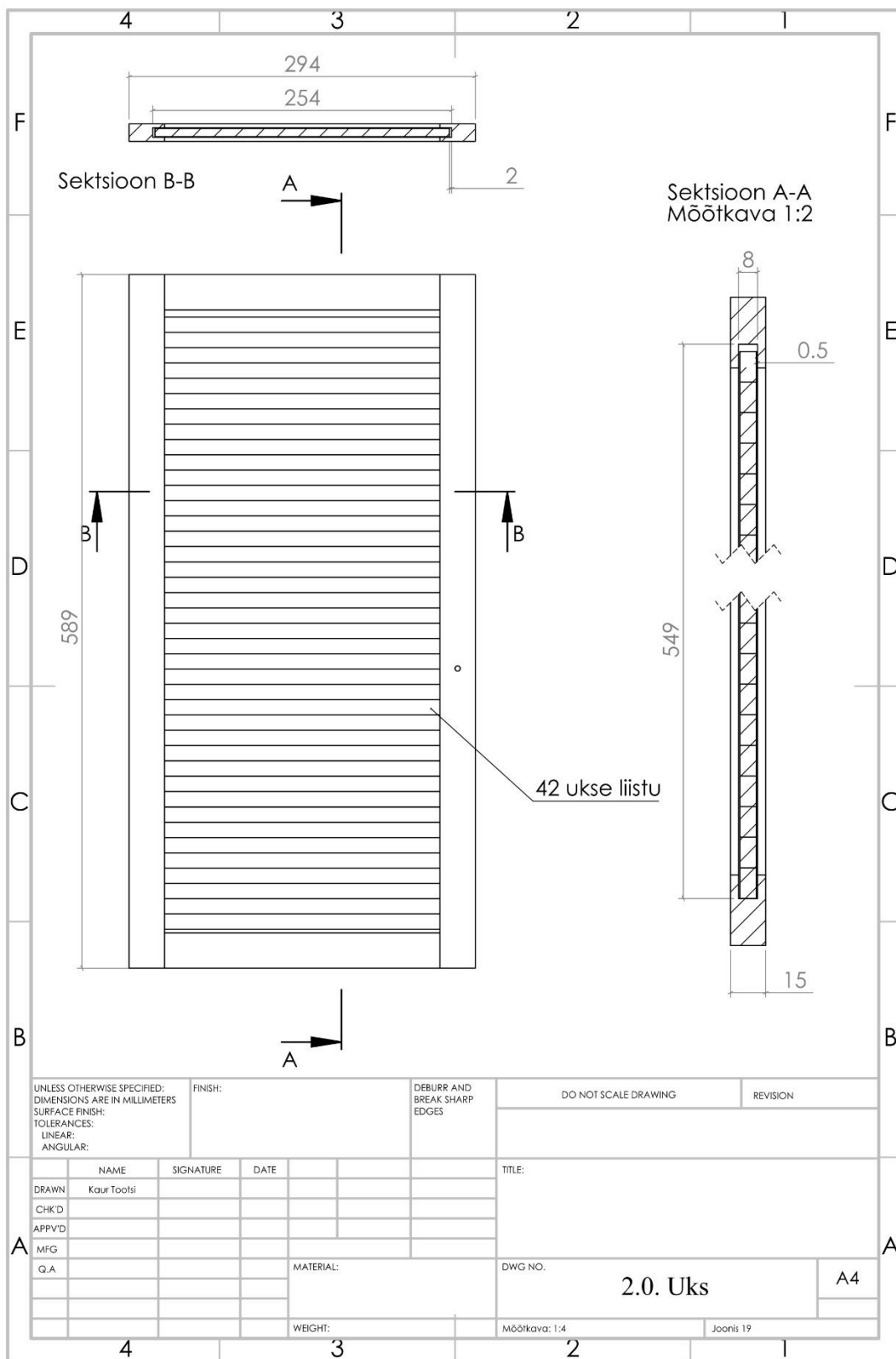
F

F

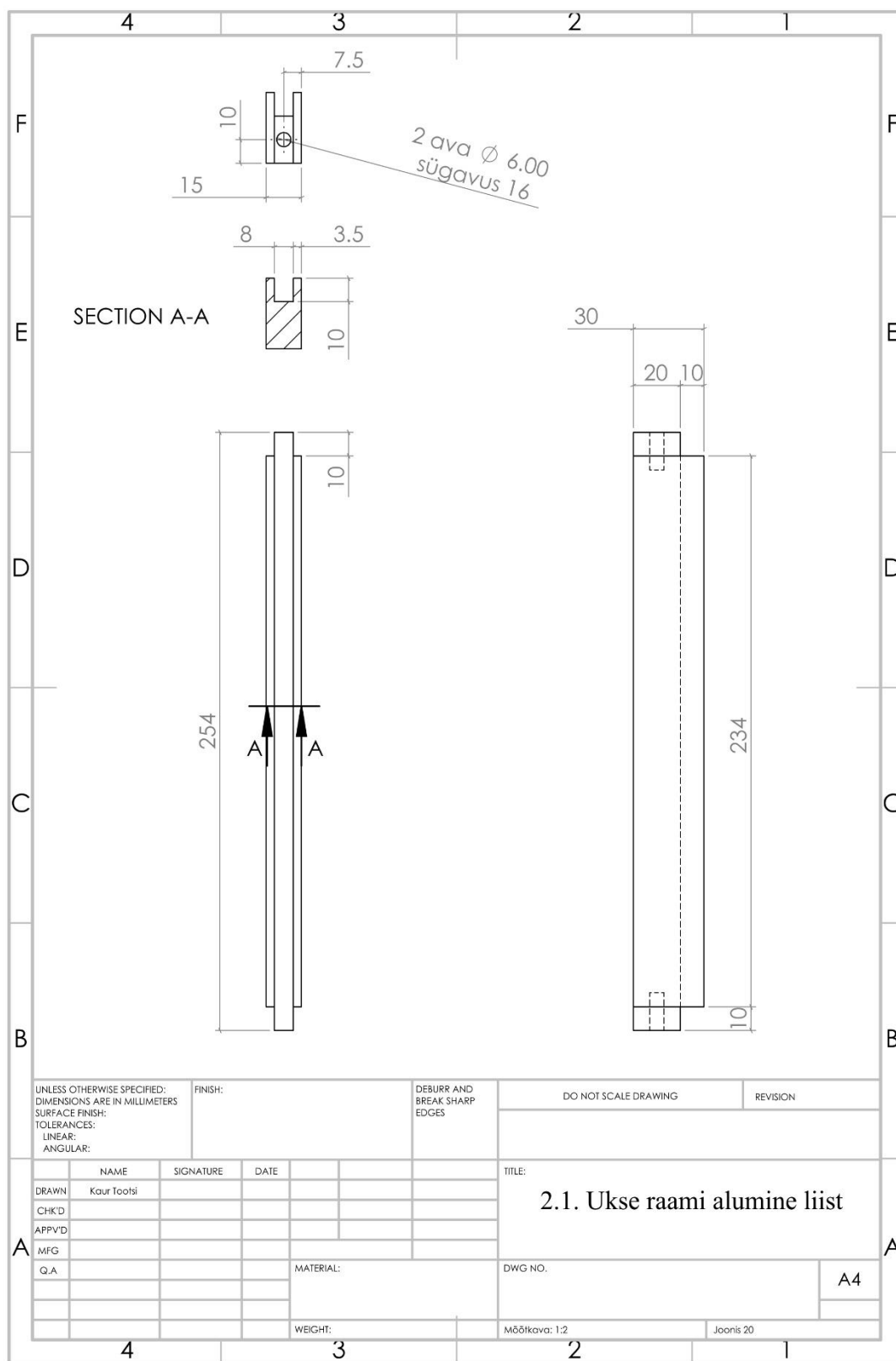
Lisa 33. Vasak ülemine riiul



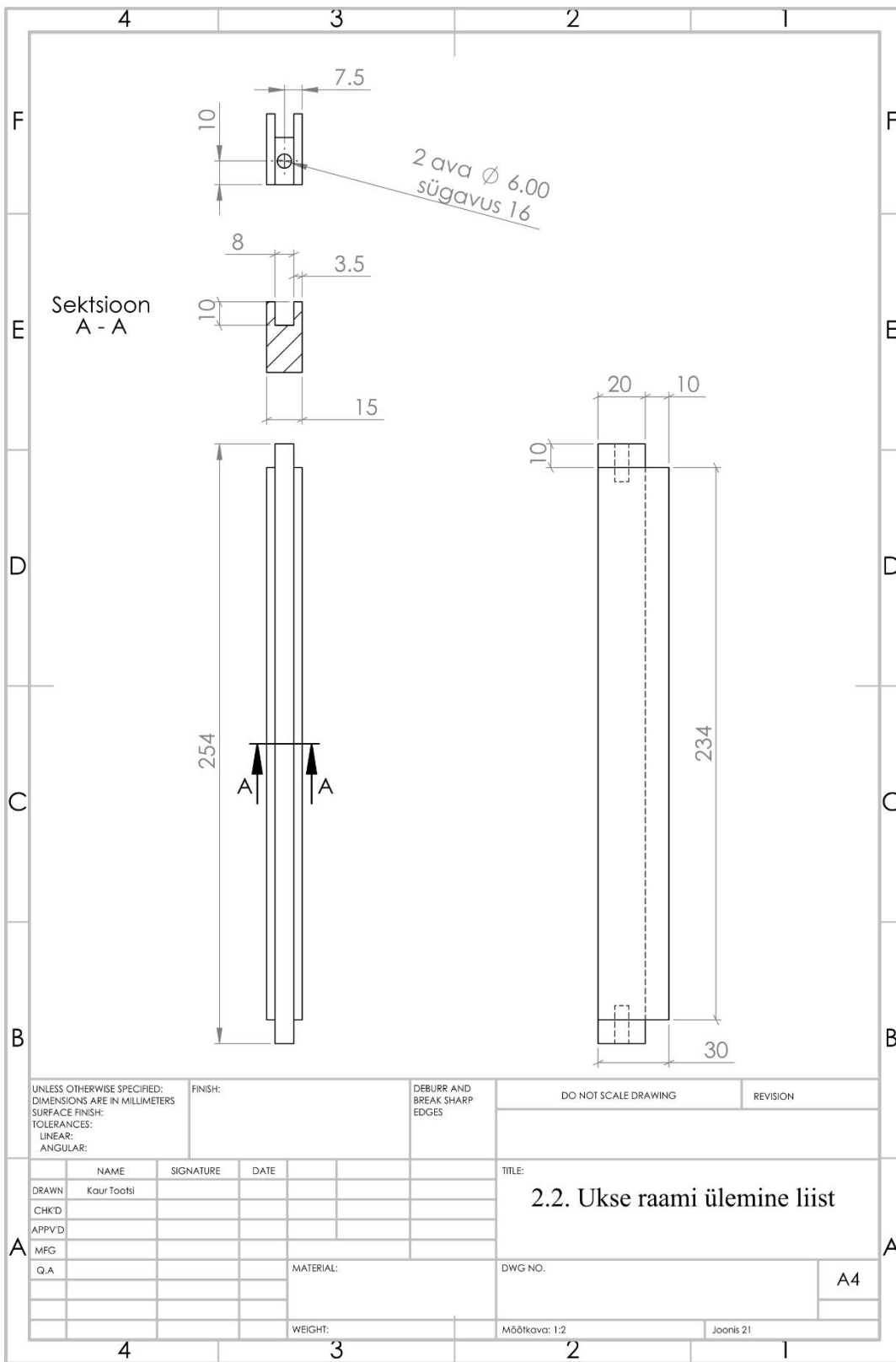
Lisa 34. Uks



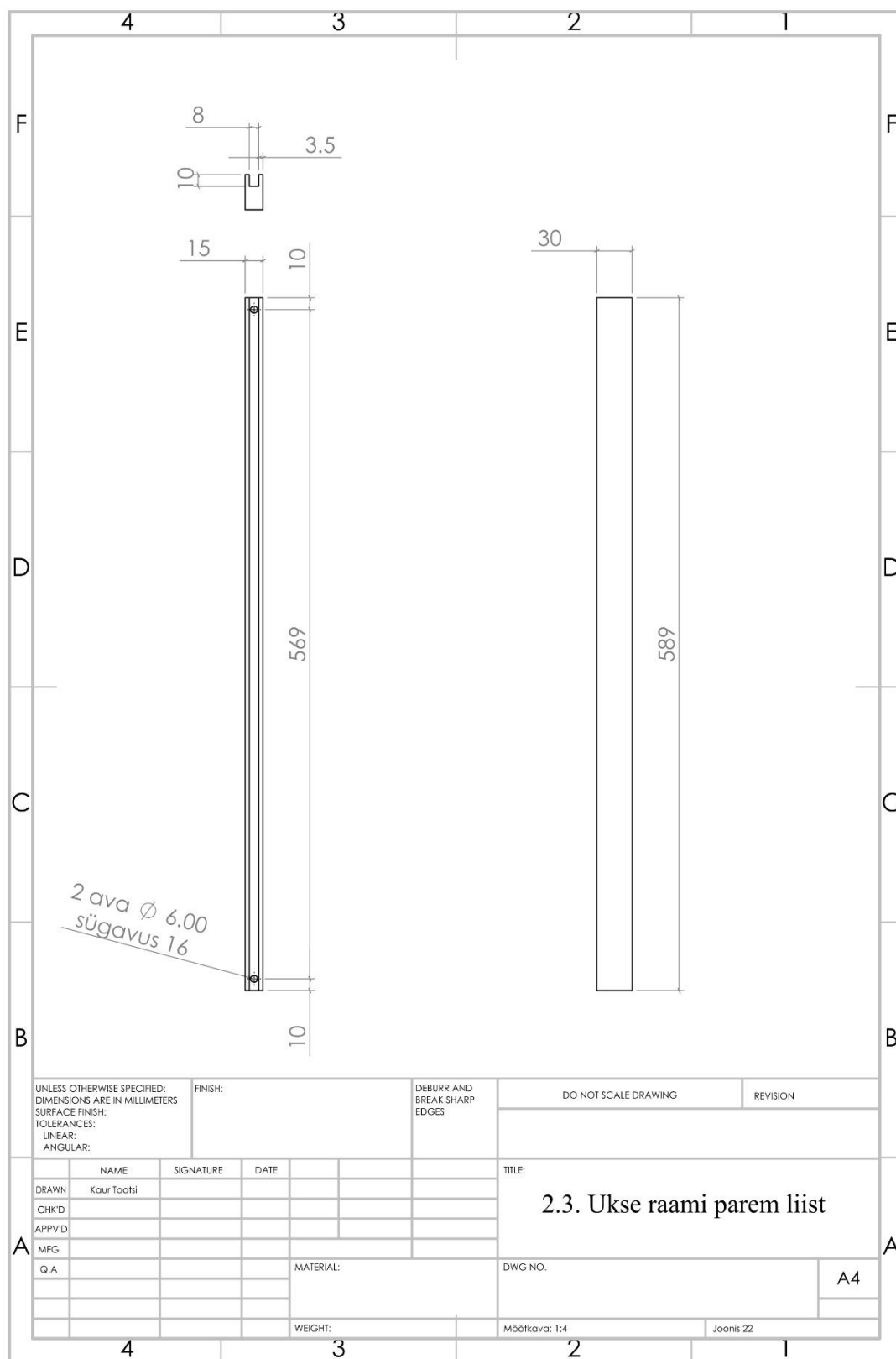
Lisa 35. Ukse raami alumine liist



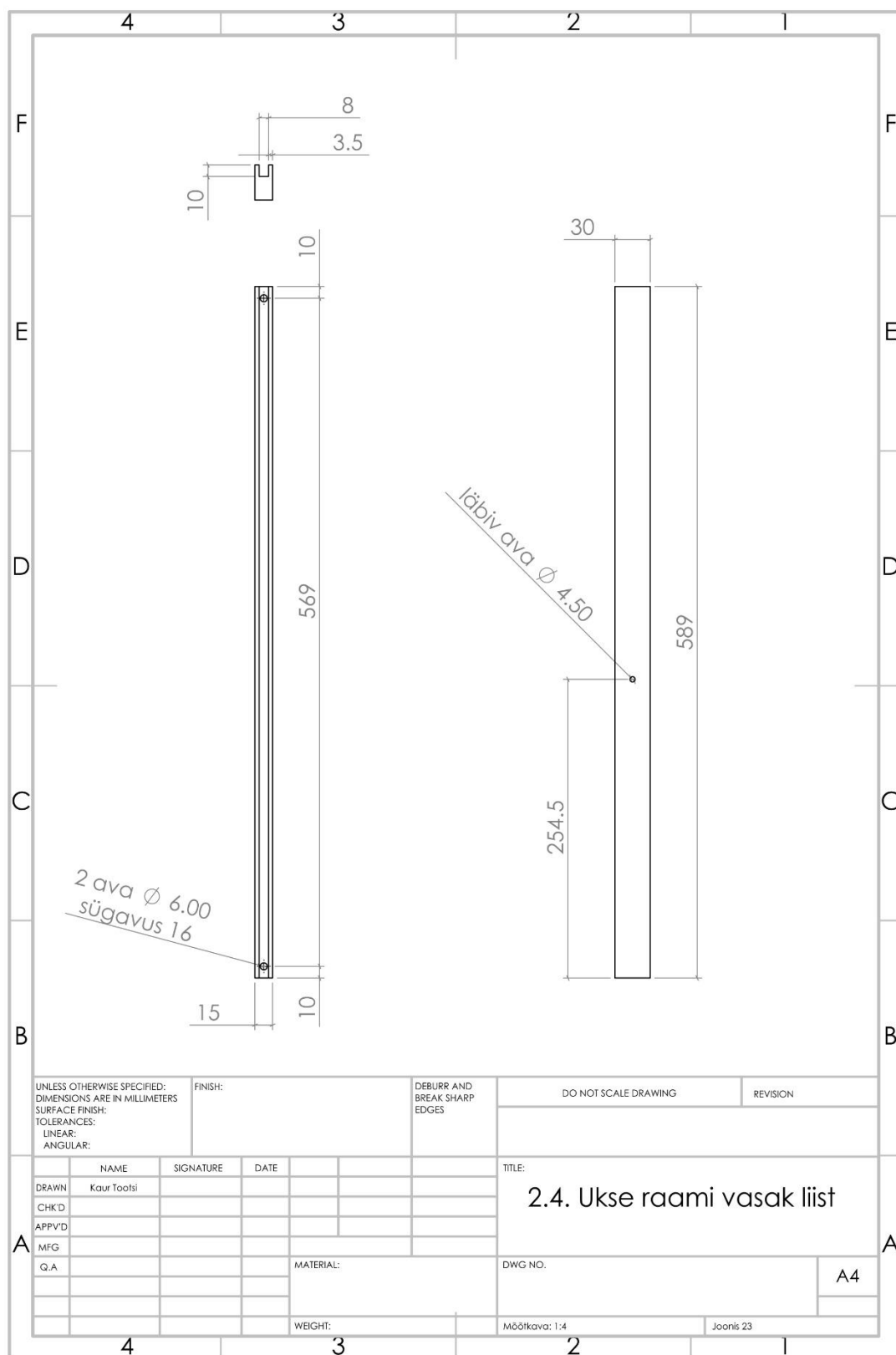
Lisa 36. Ukse raami ülemine liist



Lisa 37. Ukse raami parem liist



Lisa 38. Ukse raami vasak liist



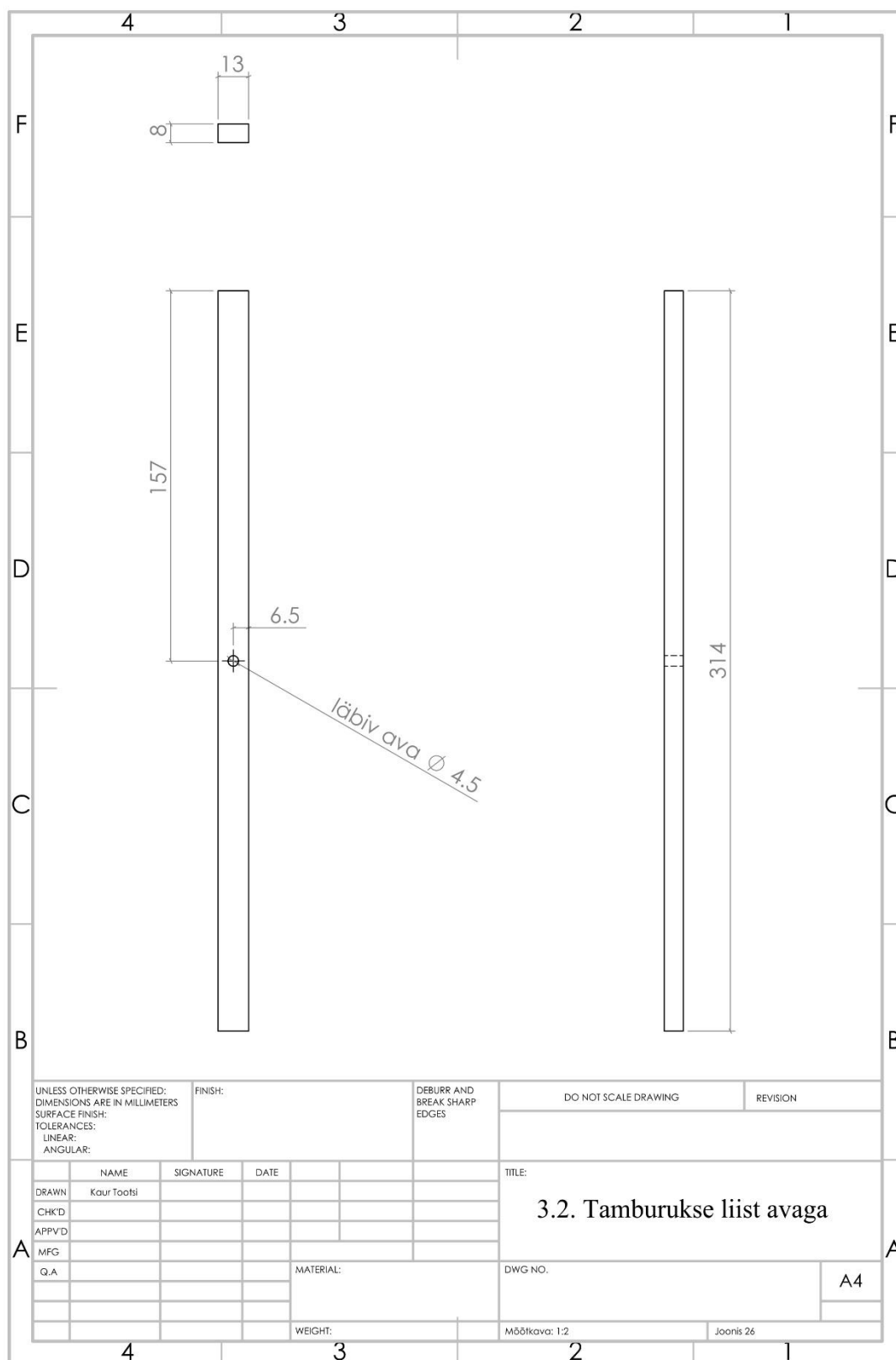
Lisa 39. Ukseliist

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:		FINISH:		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION																																																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 10%;">DRAWN</th> <th style="width: 20%;">NAME</th> <th style="width: 20%;">SIGNATURE</th> <th style="width: 10%;">DATE</th> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 10%;"></th> </tr> <tr> <td>CHK'D</td> <td>Kaur Tootsi</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>APPV'D</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>MFG</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Q.A</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		DRAWN	NAME	SIGNATURE	DATE				CHK'D	Kaur Tootsi						APPV'D							MFG							Q.A																					<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="height: 40px; vertical-align: middle; text-align: center;"> TITLE: <h2 style="margin: 0;">2.5. Ukseliist</h2> </td> </tr> <tr> <td style="width: 70%; vertical-align: top;"> MATERIAL: </td> <td style="width: 30%; vertical-align: top;"> DWG. NO. </td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;"> WEIGHT: </td> <td style="vertical-align: top;"> Mõõtkava: 1:2 </td> </tr> </table>		TITLE: <h2 style="margin: 0;">2.5. Ukseliist</h2>		MATERIAL:	DWG. NO.	WEIGHT:	Mõõtkava: 1:2	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 80%; height: 40px;"></td> <td style="width: 20%; text-align: center; vertical-align: middle;"> A4 </td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="height: 20px;"></td> </tr> </table>			A4		
DRAWN	NAME	SIGNATURE	DATE																																																													
CHK'D	Kaur Tootsi																																																															
APPV'D																																																																
MFG																																																																
Q.A																																																																
TITLE: <h2 style="margin: 0;">2.5. Ukseliist</h2>																																																																
MATERIAL:	DWG. NO.																																																															
WEIGHT:	Mõõtkava: 1:2																																																															
	A4																																																															

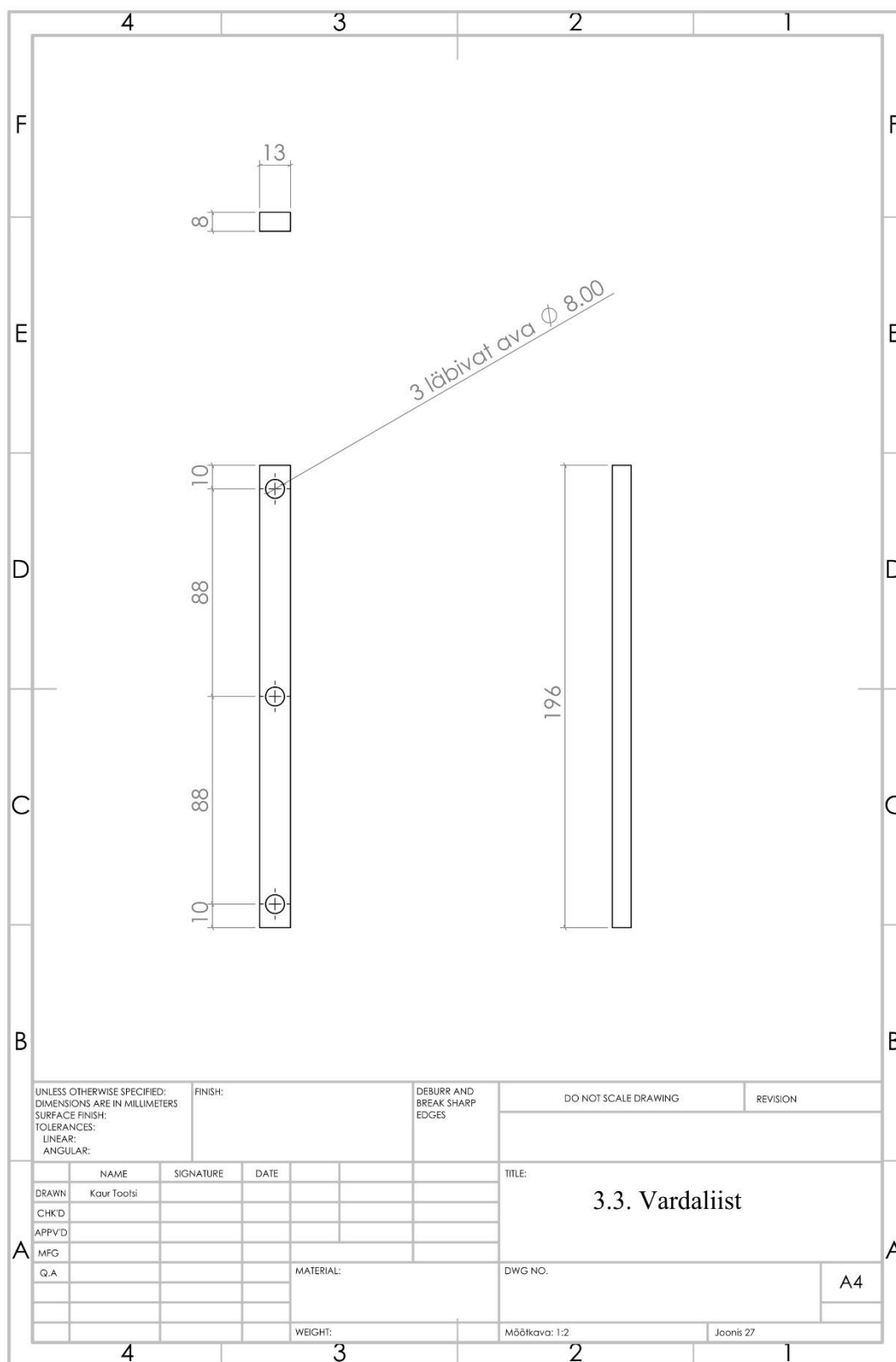
Lisa 40. Tamburukse liist

4	3	2	1																																			
F	F	F	F																																			
E	E	E	E																																			
D	D	D	D																																			
C	C	C	C																																			
B	B	B	B																																			
<p>UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS</p> <p>SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:</p>		<p>FINISH:</p>	<p>DEBURR AND BREAK SHARP EDGES</p>																																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 10%;">DRAWN</th> <th style="width: 20%;">NAME</th> <th style="width: 20%;">SIGNATURE</th> <th style="width: 10%;">DATE</th> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 10%;"></th> </tr> <tr> <td>CHK'D</td> <td>Kaur Tootsi</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>APPV'D</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>MFG</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Q.A</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		DRAWN	NAME	SIGNATURE	DATE				CHK'D	Kaur Tootsi						APPV'D							MFG							Q.A							<p>DO NOT SCALE DRAWING</p> <p>REVISION</p>	
DRAWN	NAME	SIGNATURE	DATE																																			
CHK'D	Kaur Tootsi																																					
APPV'D																																						
MFG																																						
Q.A																																						
<p>TITLE:</p> <h3 style="text-align: center;">3.1. Tambuurukse liist</h3>		<p>DWG. NO.</p>																																				
<p>WEIGHT:</p>		<p>Mõõtkava: 1:2</p>																																				
<p>DATE:</p>		<p>Joonis 25</p>																																				
4	3	2	1																																			
A	A	A	A																																			

Lisa 41. Tamburukse liist avaga



Lisa 42. Vardaliist



**Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning
juhendaja kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta**

Mina, Kaur Tootsi,

(sünnipäev pp/kuu/aa 15/04/1995)

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud lõputöö
„Leivakapi disain ja tehnoloogilised protsessid“, mille juhendaja on Regino Kask,

- 1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,
- 1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja
- 1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

- 2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;
- 3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor

allkiri

Tartu, 29.05.2019

Juhendaja kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

(juhendaja nimi ja allkiri)

(kuupäev)